

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y
PODOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

Eficacia de la punción seca en la fasciosis plantar

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Miguel Suárez Varela

Directores

Raquel Valero Alcaide
Juan Vicente Beneit Montesino

Madrid



Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología

EFICACIA DE LA PUNCIÓN SECA EN LA FASCIOSIS PLANTAR

TESIS DOCTORAL

Miguel Suárez Varela

Directores:

Prfa. Dra. Raquel Valero Alcaide.

Prof. Dr. Juan Vicente Beneit Montesinos.

Madrid 2019

Agradecimientos

A mis directores, la Dra. Raquel Valero Alcaide y el Dr. Juan Vicente Beneit Montesinos, por su asesoramiento, apoyo, dedicación, y por poner a mi disposición su dilatado conocimiento para mi enriquecimiento profesional y personal.

A todos mis compañeros de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid por aportar su ayuda desinteresada para la realización de este trabajo.

A mi tío Enrique, porque su generosidad, su bondad y su dedicación a los demás, no me dejan olvidar que hay personas dispuestas a ayudar a quien lo necesite.

A mi tío Juan, por su clarividencia y su brillantez imperturbables.

A mi madre, entre innumerables motivos, porque es la mejor persona que he conocido. A mi padre, para que se pueda sentir orgulloso como pago por tanto que me ha dado. A mis hermanos, para los que ojalá pueda estar siempre.

A mi abuela, por sus esfuerzos y por ensalzar la importancia de la familia, pero sobretodo, por enseñarnos a todos que el perdón es la vía para vivir en paz y felicidad.

A Lulú, por su ternura y su valentía; a Marcial, do homiño grande cando era pequeno; y a Manolo, por su excelencia y sus principios. A los tres, porque a diario siguen siendo un ejemplo constante de conducta, educación y valores.

A mi familia y amigos, porque nunca se cansan de demostrarme que elegí bien.

A Teté, por su sonrisa, con la que siempre basta, y por su voz, que, allá donde esté, logra encontrar el viento para llegar a mis oídos.

En definitiva, gracias a todo aquel que haya tenido que soportar días grises, una mala cara, un comentario seco o cortante, o cualquier situación desagradable.

ÍNDICE

1. GLOSARIO	28
1.1 ÍNDICE DE ABREVIATURAS	28
1.2 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	29
1.3 ÍNDICE DE FIGURAS	30
1.4 ÍNDICE DE TABLAS	32
1.5 ÍNDICE DE GRÁFICOS	33
2. INTRODUCCIÓN.....	36
2.1 FASCIOSIS, INCIDENCIA Y PREVALENCIA.....	36
2.2 ETIOLOGÍA Y FACTORES DE RIESGO	37
2.3 ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA	37
2.3.1. <i>El mecanismo de Windlass.....</i>	<i>39</i>
2.4 PATOMECÁNICA	40
2.4.1. <i>Relación del tendón de Aquiles y la fascia plantar</i>	<i>42</i>
2.4.2. <i>Consideraciones durante la marcha</i>	<i>43</i>
2.4.3. <i>Histopatología de la fasciosis plantar.....</i>	<i>45</i>
2.5 DIAGNÓSTICO Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS	47
2.6 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN RECOMENDADAS	49
2.7 ABORDAJE TERAPÉUTICO	54
2.7.1. <i>Tratamiento conservador.....</i>	<i>55</i>
2.7.2. <i>Tratamiento quirúrgico.....</i>	<i>57</i>
2.7.3. <i>Importancia de los ejercicios de estiramiento.....</i>	<i>59</i>
2.7.4. <i>Nuevas vías de tratamiento</i>	<i>63</i>
2.8 LA PUNCIÓN SECA.....	64
2.8.1. <i>Comparación de la punción seca con otras terapias en la fasciosis plantar</i>	<i>67</i>
2.9 LOS PUNTOS GATILLO MIOFASCIALES, DOLOR MIOFASCIAL Y PUNCIÓN SECA.....	68
2.9.1. <i>Diagnóstico de los Puntos Gatillo Miofasciales</i>	<i>70</i>
2.9.2. <i>Patofisiología de los Puntos Gatillo Miofasciales</i>	<i>72</i>
2.9.3. <i>Puntos Gatillo Miofasciales y técnicas de imagen.....</i>	<i>75</i>
2.10 FISIOLÓGÍA DEL DOLOR	77
2.10.1. <i>Modulación periférica del dolor</i>	<i>78</i>

2.10.2.	<i>Modulación central del dolor</i>	78
2.10.3.	<i>Dolor crónico (sensibilización central)</i>	79
2.11	EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PUNCIÓN SECA	79
2.11.1.	<i>Efectos sobre la banda tensa</i>	80
2.11.2.	<i>Efectos sobre el flujo sanguíneo</i>	80
2.11.3.	<i>Efectos sobre la sensibilización periférica</i>	81
2.11.4.	<i>Efectos sobre la sensibilización central</i>	82
2.11.5.	<i>Inhibición segmentaria/ Gate control</i>	82
2.11.6.	<i>Liberación de opioides endógenos</i>	83
2.11.7.	<i>Efectos sobre la liberación de neurotransmisores</i>	83
2.11.8.	<i>Pacientes con dolor crónico</i>	84
2.11.9.	<i>Efectos remotos</i>	84
2.11.10.	<i>Efecto placebo</i>	85
3.	JUSTIFICACIÓN	88
4.	HIPÓTESIS	94
5.	OBJETIVOS	98
6.	MATERIAL Y MÉTODO	102
6.1	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO	102
6.1.1.	<i>Tipo de estudio</i>	102
6.1.2.	<i>Población diana</i>	102
6.1.3.	<i>Estimación del tamaño muestral</i>	102
6.1.4.	<i>Criterios de selección</i>	103
6.1.5.	<i>Diagrama de flujo de los participantes</i>	104
6.1.6.	<i>Descripción de las variables de estudio</i>	105
6.1.7.	<i>Evaluación ecográfica</i>	107
6.1.8.	<i>Evaluación del dolor</i>	110
6.1.9.	<i>Goniometría</i>	110
6.1.10.	<i>Métodos de recogida de la información</i>	112
6.1.11.	<i>Muestreo y aleatorización de la muestra</i>	112
6.2	DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE ACTUACIÓN TERAPÉUTICA	113
6.2.1.	<i>Tratamiento de fisioterapia</i>	113
6.2.2.	<i>Tratamiento de fisioterapia y punción seca</i>	116
6.2.3.	<i>Instalaciones</i>	120
6.2.4.	<i>Plan de trabajo</i>	120
6.3	MÉTODO ESTADÍSTICO	121

6.4	EVENTOS ADVERSOS.....	122
6.5	CONSIDERACIONES ÉTICAS Y LEGALES	122
7.	RESULTADOS.....	126
7.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA AL INICIO DEL ESTUDIO ...	127
7.2	COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES CLÍNICAS DE ESTUDIO AL INICIO 130	
7.3	RESULTADOS DE LAS VARIABLES CLÍNICAS DURANTE EL PERIODO DE INTERVENCIÓN	132
7.3.1.	<i>Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).</i>	132
7.3.2.	<i>Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).</i>	134
7.3.3.	<i>Evolución del dolor al 1^{er} mes (día 0-1 mes).</i>	136
7.3.4.	<i>Evolución de la flexión dorsal de tobillo al 1^{er} mes (día 0-1 mes).</i>	142
7.4	EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES CLÍNICAS DURANTE EL PERIODO DE SEGUIMIENTO	148
7.4.1.	<i>Seguimiento al 3^{er} mes</i>	148
7.4.2.	<i>Seguimiento al 6^o mes</i>	163
7.5	GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN	178
8.	DISCUSIÓN.....	186
8.1	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	186
8.2	PERIODO DE INTERVENCIÓN.....	187
8.2.1.	<i>Determinación de la evolución de las variables clínicas de estudio</i>	187
8.3	PERIODO DE SEGUIMIENTO.....	196
8.3.1.	<i>Determinación de la evolución de las variables clínicas de estudio a los 3 meses</i>	196
8.3.2.	<i>Determinación de la evolución de las variables clínicas de estudio a los 6 meses</i>	199
8.4	REPERCUSIONES CLÍNICAS DEL ESTUDIO	199
9.	PUNTOS FUERTES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	204
10.	CONCLUSIONES.....	208
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	212
12.	ANEXOS	240

RESUMEN

Introducción

La Fasciosis Plantar, comúnmente conocida como fascitis plantar, (FP) es la causa más habitual de dolor en la parte inferior del talón. La incidencia y la prevalencia son inciertas, pero se estima que 1 de cada 3 personas mayores de 65 años presenta dolor en el tubérculo de inserción del calcáneo. En Estados Unidos (EEUU) se producen entre 600.000 y 2.000.000 de casos anuales. Por otra parte, la prevalencia es del 17,4% en el sur de Australia. Aproximadamente entre un 10% y un 20% de la población la sufrirá por este proceso una vez a lo largo de su vida.

Es una condición común en atletas corredores, en personas no deportistas en los que su profesión requiera largos periodos de tiempo en bipedestación con carga de peso y en individuos que presenten artritis inflamatoria. Es más frecuente entre los 40 y los 60 años, sobre todo a partir de la quinta década de la vida, aunque el pico de edad es menor en la población deportista, donde la FP supone el 25% de todas las lesiones del pie de corredores y entre el 8 y el 10% de todas las lesiones deportivas. Existen autores que sitúan el diagnóstico de FP entre las 5 principales causas de dolor en pie y tobillo en corredores. En la mayoría de los casos, la resolución de los síntomas se produce en un periodo de tiempo que oscila entre los 10 y los 12 meses de media. Se calcula que en EEUU en el año 2007 los valores mínimos y máximos del gasto económico anual provocado por la FP fue de 192 y 376 millones de dólares, respectivamente; teniendo en cuenta los costes de las consultas médicas, cirugía, terapia física, asesoramiento y educación del paciente. Se clasifica como una lesión por sobrecarga o sobreuso y está considerada una patología multifactorial en la que influyen diversos factores de riesgo como son el sobrepeso, edad avanzada, bipedestación prolongada, limitación de la flexión dorsal (FD) de tobillo y limitación de la FD de la primera articulación metatarsofalángica. El mantenimiento de alteraciones biomecánicas y por lo tanto de las cargas aumentadas que son transmitidas a la fascia y al arco lateral interno del pie (ALI) incrementan la carga hacia el antepié durante la marcha, dando como resultado, microtraumatismos de repetición que provocarían la degeneración y el engrosamiento de la fascia plantar. Los últimos estudios establecen la relación del tríceps sural con el ALI y la fascia plantar.

La ecografía se establece como la herramienta de diagnóstico por imagen gold estándar para el diagnóstico y el seguimiento de esta patología, al medir el grosor de la fascia plantar a 0,5 centímetros (cm) del calcáneo en un plano longitudinal. Una fascia plantar cuyo grosor es igual o superior a 4 milímetros (mm) en este punto, confirmaría un diagnóstico de FP en asociación a una anamnesis en la que el paciente relate dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo.

El tratamiento conservador, que se suele realizar con Fisioterapia es amplio e incluye alternativas como, por ejemplo: terapia manual, estiramientos, ejercicios de fortalecimiento, ondas de choque, electroterapia analgésica o vendaje funcional. La punción seca (PS) de los puntos gatillo miofasciales (PGM) es un abordaje que se está extendiendo en los últimos años para el tratamiento de multitud de patologías del aparato locomotor. Un PGM es un nódulo hiperirritable de dolor focalizado a la presión o irradiado a lo largo de una banda tensa palpable, de un músculo esquelético. En dicho foco se produce un dolor exquisito a la palpación, pudiéndose provocar a su vez, una respuesta de espasmo local cuando es adecuadamente estimulado. El tipo de dolor que se provoca es un dolor referido a distancia y que puede además causar trastornos motores y autonómicos distantes.

Hipótesis

Añadir la PS a una intervención de Fisioterapia basada en terapia manual y estiramientos en pacientes con FP, aumenta la eficacia del tratamiento de Fisioterapia para la FP atendiendo al grosor de la fascia plantar, el dolor y el rango de amplitud articular de la dorsiflexión de tobillo.

Objetivos

General: evaluar la eficacia de la inclusión de la PS combinada con un tratamiento de Fisioterapia compuesto por: terapia manual y ejercicios domiciliarios; dirigido a normalizar el tono muscular e inhibir los PGM de los músculos gemelos y sóleo, de un grupo de pacientes diagnosticados de FP, a través del grosor de la fascia plantar, el dolor y el rango de movilidad (RM) de la FD de tobillo.

Específicos: analizar la eficacia de la combinación de la PS con un tratamiento de terapia manual y ejercicios domiciliarios, en pacientes diagnosticados de FP, a través de un seguimiento y comparación entre grupos.

Material y método

Se realizó un ensayo clínico, longitudinal, prospectivo, aleatorizado y experimental. Se solicitó una valoración del Protocolo y de sus Normas Buenas de Práctica Clínica al Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos, siendo aprobado este estudio en el acta 4.2/14. Del mismo modo, se procedió al registro en la base de datos de ensayos clínicos <https://clinicaltrials.gov/> obteniendo el código personalizado NCT02467465. La población diana fueron pacientes de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid con un diagnóstico confirmado de FP, que aceptasen participar en el estudio, que hubieran firmado el consentimiento informado, y cumpliesen los criterios de selección. Empleando la calculadora GRANMO versión 7.12, se estableció un tamaño muestral de 30 individuos, repartidos aleatoriamente en 2 grupos de 15 cada uno. Los criterios de inclusión fueron determinados en base a la bibliografía científica consultada, mientras que fueron excluidos los pacientes que ya estuviesen realizando o hubiesen realizado algún tratamiento para la FP, pacientes con miedo a las agujas, con fibromialgia, con patología neoplásica, con alteraciones neurológicas, sensitivas, cognitivas, ortopédicas y/o quirúrgicas, pacientes que no desearon ser incluidos en el estudio o que desearon abandonarlo, pacientes con incapacidad para comprender las indicaciones a seguir.

Todas las mediciones de las variables, demográficas y clínicas, fueron realizadas y recogidas por el doctorando, salvo la medición ecográfica, que fue realizada por un Doctor con más de 5 años de experiencia en el manejo de esta herramienta. La medición ecográfica del grosor de la fascia plantar, la Escala Visual Analógica (EVA) para el dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo, y la goniometría para valorar el RM de la FD de tobillo con la rodilla en extensión y a 90° de flexión, fueron las variables clínicas para la valoración en el periodo de intervención y el seguimiento durante el periodo post intervención. La ecografía fue realizada con el paciente en decúbito prono y el tobillo en posición relajada. Se tomaron 3 medidas en

mm del grosor de la fascia plantar en un plano longitudinal a 0,5 cm del origen en el tubérculo medial del calcáneo, siendo la media de las 3 mediciones el valor clínico de elección. El dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo se registró con la EVA de 0 a 10 puntos, tomando 0 como la ausencia de dolor y 10 como el dolor máximo perceptible por el paciente. La FD pasiva con la rodilla en extensión y a 90° de flexión se midió con un goniómetro manual, situando al paciente en decúbito prono y calculando la media de 3 mediciones.

Se distribuyó a los participantes 2 grupos mediante métodos de aleatorización simple. Al grupo control (GC) se le aplicó un tratamiento de Fisioterapia basado en la terapia manual, a razón de 1 sesión a la semana durante 4 semanas, y ejercicios domiciliarios de estiramiento del tríceps sural, diariamente hasta concluir el seguimiento; por su parte, el grupo experimental (GE) recibió el mismo tratamiento, pero se le añadió la PS de los PGM de gemelos y sóleo de la pierna afecta. Se registraron las variables al inicio del estudio y al final de las 4 semanas que duró la intervención, momento a partir del cual, los pacientes tuvieron que mantener los ejercicios de estiramiento a diario en su domicilio y acudir al centro para la reevaluación de las variables a los 3 y a los 6 meses del inicio del estudio. Para la PS se siguió la técnica de PS profunda y el número de inserciones por músculo dependerá del número de PGM encontrados, así como también de la tolerancia de los pacientes a la PS, las respuestas del tejido y el grado de dolor después de la retirada de la aguja, no excediendo las 5 punciones por músculo.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el SPSS versión 22. Inicialmente se realizó un análisis estadístico descriptivo: las variables cualitativas se resumirán mediante la distribución de frecuencias y porcentaje, y las cuantitativas mediante su media y su desviación típica. Asimismo, la información se resumió gráficamente mediante diagramas de cajas y gráficos de sectores. Además, se realizó la prueba de Shapiro Wilk para contrastar la normalidad de la muestra. A partir de este resultado, se hizo el análisis inferencial utilizando técnicas paramétricas o no paramétricas. En particular, para valorar las diferencias en las respuestas pre y post intervención, se utilizó la prueba de los rangos promedios con el test de Wilcoxon o el test de la t de Student unimuestral para muestras relacionadas (en los casos de una distribución normal para la variable respuesta). Para el estudio de las variables respuesta entre grupos, se usó el test de la U de Mann-Whitney y el test de la t de Student para muestras independientes. Para todos estos test se asumen diferencias significativas en valores de $p < 0.05$ y un intervalo de confianza del 95%.

Resultados

De los 30 participantes (15 controles y 15 experimentales), 20 fueron mujeres y 10 hombres, de los cuales 16 tuvieron afectado el pie derecho y 14 el izquierdo. Las variables demográficas de la totalidad de la muestra al inicio del estudio se encontraron entre los valores que indica la evidencia científica con un Índice de masa corporal elevado, una media de edad de 51,57 años y un largo periodo tiempo de evolución de la patología. Entre grupos no hubo diferencias al inicio. Las variables clínicas de estudio no ofrecieron diferencias significativas entre grupos, siendo la media del grosor de la fascia plantar superior a 4 mm en el pie afecto en ambos grupos.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en la disminución del grosor de la fascia plantar en ambos grupos tras 4 semanas de intervención, pero no existieron diferencias estadísticamente significativas en la comparación de la evolución entre grupos ($p = 0,175$). En el tercer y sexto mes se repitió la situación, ya que ambos grupos sufrieron una mejora estadísticamente significativa con respecto al inicio del estudio, pero no hubo diferencias entre grupos en ninguno de los dos momentos ($p = 0,250$, y $p = 0,466$).

La reducción del dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo, se comportó de la misma forma en los dos casos. En los tres periodos de medición se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ambos grupos respecto al pre y post, pero estas mejoras no supusieron una mejora significativa al comparar los resultados entre grupos ($p > 0,05$).

En el primer mes, el RM de la FD de tobillo con la rodilla en extensión reflejó una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en ambos grupos tras la intervención, pero la medición goniométrica con la rodilla a 90° de flexión solo obtuvo esta mejoría en el GC, lo que provocó que la comparación entre grupos tuviera una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,032$) en favor del GC. La situación se repitió en el pre y post a los 3 meses, pero en este caso no supuso una mejora

significativa en ninguno de los grupos al comparar el aumento del RM de la FD con la rodilla en extensión y a 90° de flexión. En el sexto mes el GC y el GE un aumento significativo del RM ($p < 0,05$) con respecto al inicio del estudio en la FD de tobillo con la rodilla en extensión y a 90° de flexión, pero no se tradujo en diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p > 0,05$).

Discusión

Si observamos la evolución del grosor de la fascia plantar en ambos grupos tras el periodo de intervención, las diferencias significativas observadas ponen de manifiesto la importancia del tríceps sural en el tratamiento de Fisioterapia en pacientes con FP, ya que en nuestra opinión, el tratamiento de PS y/o terapia manual de los PGM de gemelos y sóleo han disminuido la retracción muscular, aumentando la amplitud articular y en consecuencia, permitiendo menos estrés mecánico para la fascia plantar durante la bipedestación o la marcha. Al comparar entre grupos, no se observaron diferencias significativas en favor del GE, que recibió el tratamiento de PS y terapia manual de los PGM de gemelos y sóleo, a pesar de que clínicamente este grupo tuvo una disminución del grosor de la fascia plantar más marcada. Estos resultados se mantuvieron al final del periodo de seguimiento, por lo que un protocolo de Fisioterapia dirigido al abordaje del tríceps sural resulta eficaz para mejorar las condiciones del tejido fascial.

El dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo también mejoró significativamente por grupos durante las 4 semanas de tratamiento. A pesar de no reflejar mejora significativa entre grupos, esta reducción del cuadro clínico de los pacientes podría ser debida a que el tratamiento de la cadena posterior de la pierna implica menor dolor irradiado de los PGM y menor estrés mecánico de la fascia plantar, consiguiendo una relajación tisular, regeneración de la fascia plantar y disminución de la señal nociceptiva, como consecuencia del tratamiento de los PGM con PS y Fisioterapia. La evolución de estas variables al final del estudio, también destacan la importancia de tratar el tríceps sural para reducir y perpetuar el dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo en pacientes con FP.

La movilidad dorsiflexora de tobillo con la rodilla en extensión aumentó en ambos grupos con respecto al día en el que se inició el estudio. Al analizar la goniometría de la FD con la pierna del paciente en flexión de 90° se observó que, al

término de la intervención, solo fue favorable la evolución del GC. En la comparación de los efectos de los protocolos entre grupos, no hubo diferencias en la FD con la rodilla extendida y sí que las hubo con la rodilla en 90° a favor del GC. A los 3 meses no existieron diferencias significativas entre grupos, al igual que sucedió a los 6 meses. A pesar de que el papel de la limitación de la FD de tobillo ha sido un tema ampliamente estudiado, es posible que estos valores dispares desprendidos de las mediciones goniométricas sean producto de que el tamaño muestral es pequeño para una variable que se recoge en grados y en la cual estas diferencias mínimas pueden encontrarse bajo la influencia de aspectos poco controlables clínicamente como, por ejemplo, la anatomía del pie de cada paciente, que juega un papel importante en la movilidad de la FD.

Conclusiones

Añadir la PS a una intervención de Fisioterapia basada en terapia manual y estiramientos en pacientes con FP, no resultó ser un tratamiento más eficaz que el tratamiento de Fisioterapia para la FP, en la comparación de la evolución entre grupos. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos en los momentos de medición, para el grosor de la fascia plantar, dolor a los primeros pasos de la mañana, dolor tras largos periodos de reposo y RM de FD de tobillo con la rodilla en extensión. La FD de tobillo con la rodilla en flexión resultó ser más eficaz el protocolo del GC que la inclusión de PS en el primer mes de seguimiento; mientras que, en el tercer y el sexto mes, no se produjeron diferencias significativas entre grupos.

A corto y largo plazo, se produjo en ambos grupos una disminución significativa del grosor de la fascia plantar, el dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo, y un aumento significativo de la FD con la rodilla en extensión. El RM de la FD con la rodilla a 90° de flexión solo experimentó ese aumento significativo en el GC en el primer y el tercer mes; mientras que, al final del periodo de seguimiento, ambos grupos experimentaron esa mejora significativa respecto al inicio del estudio.

ABSTRACT

Introduction

Plantar fasciosis, commonly known as plantar faciitis (PF), is the most usual cause of heel pain. The incidence and prevalence are uncertain, but it is estimated that 1/3 people over 65 years old have pain in the tubercle of insertion of the calcaneus. In the United States (USA) between 600,000 and 2,000,000 cases are produced annually. On the other hand, the prevalence is 17.4% in South Australia. Approximately between 10% and 20% of the population will suffer from this process once during their lifetime.

It is a common condition in runners, in non-athletes in which their profession requires long periods of time in standing with weight bearing and in individuals with inflammatory arthritis. It is more common between 40 and 60 years of age, especially from the fifth decade of life, although the peak age is lower in the athlete population, where the FP accounts for 25% of all runners foot injuries, and between 8 and 10% of all sports injuries. There are authors who place the diagnosis of PF among the 5 main causes of foot and ankle pain in runners. In most cases, the resolution of symptoms occurs in a period of time that ranges between 10 and 12 months on average. It is estimated that in the USA in 2007 the minimum and maximum values of annual economic expenditure caused by the PF was 192 and 376 million dollars, respectively; taking into account the costs of medical consultations, surgery, physical therapy, counseling and patient education. It is classified as an injury due to overload or overuse and is considered a multifactorial pathology influenced by various risk factors such as overweight, advanced age, prolonged standing, limitation of ankle dorsiflexion and limitation of dorsiflexion of the first metatarso-phalangeal joint. The maintenance of biomechanical disturbances and therefore of the increased loads that are transmitted to the fascia and the lateral arch of the foot, increase the load to the forefoot during walking, thus resulting in repetitive microtrauma that would cause degeneration and the thickening of the plantar fascia. The latest studies establish the relation between the gastrocnemius and foot lateral arch with the plantar fascia.

Ultrasonography (US) is established as the gold standard image diagnostic tool for diagnosis and monitoring of this pathology, by measuring the thickness of the plantar fascia at 0.5 centimeters (cm) from the tubercle of the calcaneus in the longitudinal plane. A plantar fascia whose thickness is equal to or greater than 4 millimeters (mm) at this, would confirm a diagnosis of PF in association with an anamnesis in which the patient reports pain at the first steps in the morning and after long periods of rest.

The conservative treatment, which is usually performed with physical therapy is extensive and includes alternatives such as: manual therapy, stretching exercises, strengthening exercises, shock waves therapy, analgesic electrotherapy or functional taping. Dry needling (DN) of the myofascial trigger points (MTP) is an approach that has been extended in recent years for the treatment of many musculoskeletal disorders. MTP is an hyperirritable spot of pressure-focused pain or irradiated along a palpable taut band of a skeletal muscle. In this focus, the spot is painful on manual compression and can give rise to characteristic referred pain, referred tenderness, motor dysfunction, and autonomic disorders. When it is properly stimulated, it can also produce a local twitch response.

Hypothesis

DN added to a physical therapy intervention based on manual therapy and stretching in patients with PF, improves the efficacy of the physiotherapy treatment for PF, considering fascia thickness, pain and ankle dorsi-flexion range of motion (ROM)

Objectives

General: assessment of the efficacy of including DN combined with a physical therapy treatment consisting in: manual therapy and home based exercises; aimed at normalizing muscle tone and inhibiting the MTP of the gastrocnemius and soleus

muscles, in a group of patients diagnosed of PF, through the thickness of the plantar fascia, pain and ankle dorsiflexion ROM.

Specific: to analyse the efficacy of the combination of DN with a manual therapy treatment and home based exercises, in patients diagnosed with PF, through a follow-up and comparison between groups.

Methods

A longitudinal, prospective, randomized and experimental clinical trial was carried out. An evaluation of the Protocol and its Good Clinical Practice Standards was requested to the Clinical Research Ethics Committee of the San Carlos Clinical Hospital, this study being approved in act 4.2 / 14. In the same way, we proceeded to register it in the database of clinical trials <https://clinicaltrials.gov/> obtaining the personalized code NCT02467465. The target population were patients coming from the Podiatry University Clinic of the Complutense University of Madrid with a confirmed diagnosis of PF, who agreed to participate in the trial, who had signed the informed consent, and met the selection criteria. Using the GRANMO calculator version 7.12, a sample size of 30 individuals was established, randomly distributed in 2 groups of 15 each. The inclusion criteria were determined based on the scientific literature consulted, while patients who were already doing or had undergone some treatment for FP were excluded, patients with fear of needles, with fibromyalgia, with neoplastic pathology, with neurological, sensitive, cognitive, orthopedic and / or surgical disorders, patients who did not want to be included in the study or who wished to leave it, patients not able to understand the indications to follow.

All the measurements of the demographic and clinical variables, were made and collected by the doctoral student, except for the US measurement, which was done by a physician with more than 5 years of experience in the use of this tool. The US measurement of the plantar fascia thickness, the Analog Visual Scale (VAS) for first step pain and after long periods of rest, and the goniometry to assess the RM of the ankle dorsiflexion with knee extended and 90° flexed, were the clinical variables for the assessment in the intervention phase and the follow-up during the post-intervention

phase. The US was performed with the patient in the prone position and the ankle in a relaxed position. Three measurements were taken in mm of the plantar fascia thickness in the longitudinal plane 0.5 cm from the origin in the medial tubercle of the calcaneus, with the average of the 3 measurements being the clinical value of choice. First step pain and pain after long periods of rest was recorded with the VAS from 0 to 10 points, taking 0 as the absence of pain and 10 as the maximum pain perceptible by the patient. The passive ankle dorsiflexion with extended knee and 90° of flexion was measured with a manual goniometer, placing the patient in the prone position and calculating the average of 3 measurements.

Participants were distributed in 2 groups using simple randomization methods. A physical therapy treatment was applied to the control group (CG) based on manual therapy, at a rate of 1 session per week for 4 weeks, and home based self-stretching exercises of the triceps surae, to perform daily to the end of the follow-up phase; on the other hand, the experimental group (EG) received the same treatment, but the one DN session of the gastrocnemius and soleus MTP in the affected leg was added. The variables were recorded at the beginning of the study and at the end of the intervention time (4 weeks), at which point, patients had to maintain the stretching exercises daily at home and go to the center to reassess the variables at 3 and 6 months after the start of the trial. DN followed the deep DN technique and the number of insertions per muscle will depend on the number of MTP found, as well as the patients' tolerance to DN, tissue responses and the degree of pain after withdrawal of the needle, not exceeding 5 punctures per muscle.

The statistical analysis was carried out with the SPSS version 22. Initially a descriptive statistical analysis was carried out: the qualitative variables will be summarized by the frequency and percentage distribution, and the quantitative variables by their mean and standard deviation. Likewise, the information was summarized graphically by means of box plots and sector graphs. In addition, the Shapiro Wilk test was conducted to test the normality of the sample. From this result, the inferential analysis was made using parametric or non-parametric techniques. In particular, to assess the differences in the pre- and post-intervention responses, the Wilcoxon test or the Student t test for related samples (in the cases of a normal distribution for the response variable). For the study of the response variables between groups, the Mann-Whitney U test and the Student t test for independent samples were

used. For all these tests, significant differences are assumed in values of $p < 0.05$ and a confidence interval of 95%.

Results

Of the 30 participants (15 controls and 15 experimental), 20 were women and 10 men, of which 16 had affected the right foot and 14 the left. The demographic variables of the entire sample at the beginning of the study were found among the values indicated by the scientific evidence with a high body mass index, an average age of 51.57 years and a long period of time of evolution of the pathology. Between groups there were no differences at the beginning. The clinical variables of the study did not show significant differences between groups. The mean of the plantar fascia thickness was superior to 4 mm in the affected foot in both groups.

Statistically significant differences ($p < 0.05$) in the reduction of the plantar fascia thickness were observed in both groups after 4 weeks of intervention, however there were no statistically significant differences in the comparison of the evolution between groups ($p = 0.175$). The situation was repeated in the third and sixth month. Both groups suffered a statistically significant improvement with respect to the beginning of the study, but there were no differences between groups in either of the two moments ($p = 0.250$, and $p = 0.466$).

The reduction of pain at the first steps in the morning and after long periods of rest, behaved in the same way in both cases. In the three periods of measurement, statistically significant improvements were obtained ($p < 0.05$) in both groups regarding the pre- and post, but these improvements did not represent a significant improvement when the results were compared between groups ($p > 0.05$).

At the first month, the ankle dorsiflexion ROM with extended knee showed a statistically significant improvement ($p < 0.05$) in both groups after the intervention, but the goniometric measurement with the knee at 90° of flexion only obtained this

improvement in the CG, which caused that the comparison between groups had a statistically significant difference ($p=0.032$) in favor of the CG. The situation was repeated in the pre- and post-intervention at 3 months, but in this case, it did not represent a significant improvement in any group when the increase of the ankle dorsiflexion ROM with the knee extended and with 90° of flexion were compared. In the sixth month the CG and EG showed a significant increase in ROM ($p<0.05$) with respect to the beginning of the study in the ankle dorsiflexion with the knee in extension and 90° of flexion but did not translate into statistically significant differences between groups ($p>0.05$).

Discussion

If we observe the evolution of the plantar fascia thickness in both groups after the intervention phase, the significant differences observed shows the importance of the triceps surae in the treatment of physical therapy in patients with PF. In our opinion, the DN and/or manual therapy treatment of the MTP of gastrocnemius and soleus muscles have decreased muscle retraction and tenderness, increasing joint ROM and consequently, allowing less mechanical stress for the plantar fascia during standing in weight bearing or walking. When comparing between groups, no significant differences were observed in favor of the EG, who received DN treatment and manual therapy of the gastrocnemius and soleus MTP; although this group had a clinical decrease in the plantar fascia thickness. These results were maintained at the end of the follow-up phase, so a physical therapy protocol aimed to treat the triceps surae is effective to improve fascial tissue conditions.

First step pain and pain after long periods of rest also improved significantly by groups during the 4 weeks of treatment. Despite not reflect significant improvement between groups, this reduction of the patients' pain could be due to the fact that the treatment of the gastrocnemius and soleus muscles produce less irradiated pain caused by the MTP and less mechanical stress of the plantar fascia, achieving a tissue relaxation, re-generation of the plantar fascia and reduction of the nociceptive signal, as a consequence of the treatment of MTP with DN and physical therapy. The evolution of these variables at the end of the study also marked the importance of

treating the triceps surae to reduce and perpetuate first step pain and pain after long periods of rest in patients with PF.

Ankle dorsiflexion ROM with extended knee increased in both groups with respect to the first day. When analyzing the goniometry of the ankle dorsiflexion with the patient's leg in 90° of flexion, it was observed that, at the end of the intervention phase, only the evolution of the subjects in the CG was favorable. In the comparison of the effects of the protocols between groups, there were no differences in the ankle dorsiflexion with the knee extended and there were differences with the knee in 90° in favor of the CG. At 3rd month there were no significant differences between groups, as happened at 6 months. Although the role of the limitation of the ankle dorsiflexion has been a widely studied subject, it is possible that these disparate values derived from the goniometric measurements are a product of the small sample size for a variable that is collected in degrees and in which these minimal differences can be found under the influence of aspects that are not clinically controlled, such as, for example, the anatomy of each patient's foot, which plays an important role in the dorsiflexion mobility.

Conclusions

DN added to a physical therapy intervention based on manual therapy and stretching in patients with PF, was not more effective than only the physical therapy treatment for PF, in the comparison of the evolution between groups. There were no statistically significant differences between groups at any time of measurement, for the plantar fascia thickness, first step pain, pain after long periods of rest and ankle dorsiflexion ROM with the extended knee. The ankle dorsiflexion ROM with the flexed knee was found to be more effective in the CG protocol than the inclusion of DN in the first month of follow-up; while, in the third and sixth months, there were no significant differences between groups.

In the short and long term, in both groups there was a significant decrease in the plantar fascia thickness, first step pain and after long periods of rest, and a significant increase in the ankle dorsiflexion ROM with the extended knee. The ankle

dorsiflexion ROM with 90° of flexion only experienced that significant increase in the CG in the first and third months; whereas, at the end of the follow-up phase, both groups experienced that significant improvement compared to the beginning of the study.

1. GLOSARIO

1.1 ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FP – Fasciosis plantar.	PGM – Punto gatillo miofascial.
EEUU – Estados Unidos.	REL – Respuesta de espasmo local.
FD – Flexión dorsal.	FHSQ – Foot Health Status Questionnaire.
IMC – Índice de masa corporal.	EPS – Electro punción seca.
AP – Aponeurosis plantar.	ADM – Asta dorsal de la médula.
cm – centímetros.	PRGC – péptido relacionado con el gen de la calcitonina.
ALI – Arco lateral interno.	SP – Sustancia P.
GSL – Gastrosóleo.	IL-1 β – Interleuquina-1 β .
RMN – Resonancia magnética nuclear.	TNF- α - Factor de necrosis tumoral α .
RM – Rango de movilidad.	IL-6 – Interleuquina 6.
RS – Revisión sistemática.	IL-8 – Interleuquina 8.
GC – Grupo control.	ERM – Elastografía por resonancia magnética.
EVA – Escala visual analógica.	SNC – Sistema nervioso central.
OC – Ondas de choque.	MCD – Modulación condicionada del dolor.
US – Ultrasonografía.	FCEV – Factor de crecimiento endotelial vascular.
mm – milímetros.	iNOS – Óxido nítrico sintasa.
AINES – Antiinflamatorios no esteroideos.	HIF-1 α – Factor 1 α inducible por hipoxia.
ECA – Ensayo clínico aleatorizado.	COX-2 – ciclooxigenasa 2.
GE – Grupo experimental.	VAS – Visual analogue scale.
CAP – Concentración autóloga plaquetaria.	LOPD – Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal.
FC – Factores de crecimiento.	DE – Desviación estándar.
PS – Punción seca.	
SDM – Síndrome de dolor miofascial.	

1.2 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Calculadora GRANMO para estimación del tamaño muestral.	103
Ilustración 2. Realización de la ecografía de la fascia plantar.	107
Ilustración 3. Realización de la ecografía vista desde la posición del examinador. ...	108
Ilustración 4. Ecografía de la fascia plantar patológica en visión longitudinal.	108
Ilustración 5. Ecografía de la fascia plantar asintomática en visión longitudinal.	109
Ilustración 6. Comparativa de la visión longitudinal ecográfica de la fascia plantar. ..	109
Ilustración 7. Medición goniométrica de la flexión dorsal del tobillo con la rodilla en extensión.	111
Ilustración 8. Medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en 90° de flexión.	111
Ilustración 9. Movilizaciones pasivas de tobillo y retropié.....	114
Ilustración 10. Técnicas de masoterapia.	114
Ilustración 11. Ejercicio domiciliario de autoestiramiento del tríceps sural en descarga.	115
Ilustración 12. Estiramientos aplicados por el fisioterapeuta durante la sesión.	115
Ilustración 13. Técnica de punción seca en plano.....	119
Ilustración 14. Técnica de punción seca en pinza.	119

1.3 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo según las normas CONSORT.....	105
Figura 2. Evolución del grosor de la fascia plantar en 1 mes.....	132
Figura 3. Comparación inter grupos de la evaluación del grosor de la fascia plantar en 1 mes.....	135
Figura 4. Evolución intra grupos del dolor a los primeros pasos de la mañana en 1 mes.	136
Figura 5. Comparación inter grupos de la evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana en 1 mes.	138
Figura 6. Evolución intra grupos del dolor tras largos periodos de reposo en 1 mes.	139
Figura 7. Comparación inter grupos de la evolución del dolor tras largos periodos de reposo en 1 mes.....	140
Figura 8. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 1 mes.	143
Figura 9. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 1 mes.....	144
Figura 10. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 1 mes	145
Figura 11. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 1 mes.	146
Figura 12. Evolución del grosor de la fascia plantar en 3 meses.	149
Figura 13. Comparación inter grupos de la evolución del grosor de la fascia plantar en 3 meses.....	150
Figura 14. Evolución intra grupos del dolor a los primeros pasos de la mañana en 3 meses.....	152
Figura 15. Comparación inter grupos de la evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana en 3 meses.....	153
Figura 16. Evolución intra grupos del dolor tras largos periodos de reposo en 3 meses.	154
Figura 17. Comparación inter grupos de la evolución del dolor tras largos periodos de reposo en 3 meses.....	155
Figura 18. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 3 meses.....	158

Figura 19. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 3 meses.	159
Figura 20. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 3 meses.	160
Figura 21. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 3 meses.	161
Figura 22. Evolución del grosor de la fascia plantar en 6 meses.	164
Figura 23. Comparación inter grupos de la evolución del grosor de la fascia plantar en 6 meses.	165
Figura 24. Evolución intra grupos de dolor a los primeros pasos de la mañana en 6 meses.	166
Figura 25. Comparación inter grupos de la evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana en 6 meses.	167
Figura 26. Evolución intra grupos del dolor tras largos periodos de reposo en 6 meses.	168
Figura 27. Comparación inter grupos de la evaluación del dolor tras largos periodos de reposo en 6 meses.	169
Figura 28. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 6 meses.	172
Figura 29. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 6 meses.	173
Figura 30. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 6 meses.	174
Figura 31. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 6 meses.	175

1.4 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis descriptivo de la muestra al inicio del estudio.	127
Tabla 2. Análisis descriptivo de las variables de estudio al inicio del estudio.	129
Tabla 3. Comparación de las variables clínicas de estudio al comenzar la intervención.	131
Tabla 4. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos. 1 ^{er} mes.	133
Tabla 5. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos. 1 ^{er} mes.	135
Tabla 6. Evolución del dolor intra grupos. 1 ^{er} mes.	141
Tabla 7. Evolución del dolor inter grupos. 1 ^{er} mes.	142
Tabla 8. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo intra grupos. 1 ^{er} mes.	147
Tabla 9. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo inter grupos. 1 ^{er} mes.	148
Tabla 10. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos. 3 ^{er} mes.	149
Tabla 11. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos. 3 ^{er} mes.	151
Tabla 12. Evolución del dolor intra grupos. 3 ^{er} mes.	156
Tabla 13. Evolución del dolor inter grupos. 3 ^{er} mes.	157
Tabla 14. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo intra grupos. 3 ^{er} mes.	162
Tabla 15. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo inter grupos. 3 ^{er} mes.	163
Tabla 16. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos. 6 ^o mes.	164
Tabla 17. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos. 6 ^o mes.	165
Tabla 18. Evolución del dolor intra grupos. 6 ^o mes.	170
Tabla 19. Evolución del dolor inter grupos. 6 ^o mes.	171
Tabla 20. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo intra grupos. 6 ^o mes.	176
Tabla 21. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo inter grupos. 6 ^o mes.	177

1.5 ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de la muestra según el sexo.	128
Gráfico 2. Distribución de la muestra según el pie afecto.....	129
Gráfico 3. Grosor de la fascia plantar intra grupos en milímetros.	178
Gráfico 4. Grosor de la fascia plantar inter grupos en milímetros.	179
Gráfico 5. Dolor a los primeros pasos de la mañana intra grupos según la EVA.	179
Gráfico 6. Dolor a los primeros pasos de la mañana inter grupos según la EVA.	180
Gráfico 7. Dolor tras largos periodos de reposo intra grupos según la EVA.	180
Gráfico 8. Dolor tras largos periodos de reposo inter grupos según la EVA.	181
Gráfico 9. Flexión dorsal con la rodilla en extensión intra grupos medida en grados.	181
Gráfico 10. Flexión dorsal con la rodilla en extensión inter grupos medida en grados.	182
Gráfico 11. Flexión dorsal con la rodilla en flexión intra grupos medida en grados. ...	182
Gráfico 12. Flexión dorsal con la rodilla en flexión inter grupos medida en grados. ...	183

Introducción

2. INTRODUCCIÓN

2.1 FASCIOSIS, INCIDENCIA Y PREVALENCIA

La Fasciosis Plantar (FP) fue descrita por primera vez en 1812 por Wood, calificándola como una patología secundaria a la tuberculosis¹. La FP es la causa más común de dolor en la parte inferior del talón^{2,3}. La incidencia y la prevalencia a día de hoy son inciertas, aun así, se estima que 1 de cada 3 personas mayores de 65 años presenta dolor en el tubérculo de inserción del calcáneo⁴⁻⁶. En Estados Unidos (EEUU) suponen entre el 10 y el 15% de todos los pacientes con dolor en el pie que necesitan atención médica^{7,8}, produciéndose entre 600.000 y 2.000.000 de casos anuales⁹⁻¹². Según Riddle y Schappert¹⁰, que emplearon datos desde el año 1995 al 2000, aproximadamente 855 millones de pacientes visitan una consulta médica al año en EEUU, de las cuales, solo 1.005.000 (0,12% del total de visitas) resultaron en un diagnóstico de FP. En un estudio del año 2015¹³ realizado en el suroeste australiano, se encontró un dato similar, ya que en esta región se estima que el 0,19% de las citas están asociadas con un caso de FP. Otro estudio llevado a cabo en Australia en el 2008 por Hill et al⁶ obtuvo una prevalencia del 17,4% en el sur de Australia, sobre una muestra con más de 3.000 personas.

Es una condición común en atletas corredores^{8,11,14,15}, en personas no deportistas en los que su profesión requiera largos periodos de tiempo en bipedestación con carga de peso^{12,16,17} y en individuos que presenten artritis inflamatoria^{18,19}. Aproximadamente entre un 10% y un 20% de la población la sufrirá una vez a lo largo de su vida^{2,8,20,21}, y es más frecuente entre los 40 y los 60 años, sobre todo a partir de la quinta década de la vida, aunque el pico de edad es menor en la población deportista^{8,22-24}. En este último grupo, que son la segunda mayor distribución de FP, son el 25% de todas las lesiones del pie de corredores²⁵ y aproximadamente entre el 8 y el 10% de todas las lesiones deportivas. Diferentes estudios estiman que afectará al 10% de los corredores alguna vez, y en la misma proporción, a cualquier persona a lo largo de su vida^{1,26,27}; incluso existen autores que sitúan el diagnóstico de FP entre las 5 principales causas de dolor en pie y tobillo en corredores^{28,29}. En la mayoría de los casos, la FP suele ser un proceso autolimitado² y la resolución de los síntomas, aunque variable, se produce en general a lo largo de un periodo de tiempo que oscila entre los 10 y los 12 meses de media^{8,30-32}. Se calcula que en EEUU en el año 2007 los valores mínimos y máximos del gasto económico

anual provocado por la FP fue de 192 y 376 millones de dólares, respectivamente; teniendo en cuenta los costes de las consultas médicas, cirugía, terapia física, asesoramiento y educación del paciente³³.

2.2 ETIOLOGÍA Y FACTORES DE RIESGO

La FP se considera una patología multifactorial secundaria a diversos factores de riesgo como son la anatomía, la biomecánica, el medioambiente, y generalmente caracterizada como un síndrome por sobreuso^{8,12,34}. Los factores de riesgo más influyentes sugeridos por los autores hasta el día de hoy son sobrepeso (en población no deportista), aumento de la edad, bipedestación prolongada, limitación de la flexión dorsal (FD) de tobillo y limitación de la FD de la primera articulación metatarsofalángica^{8,10,34-43}. La disminución de la FD, el aumento del Índice de Masa Corporal (IMC), ambos con un grado de evidencia (B) demuestran que influye en la calidad de vida de la persona que sufre de FP como lo recogieron Mc Poil et al en 2008⁴⁴ y Martin et al en el 2014⁴⁵ en su Guía Clínica asociada a la práctica clínica a través del cuestionario de Salud y Calidad de Vida SF-36. Sullivan et al³⁵ sugieren que la limitación de la FD de tobillo podría ser debida a restricciones articulares o a retracción del tríceps sural. Además de la disminución de la FD de tobillo, se han descrito otras alteraciones biomecánicas y/o anatómicas como el pie plano, exceso de pronación, pie cavo, diferencia en la longitud de los miembros inferiores, excesiva torsión lateral tibial y una marcada anteversión pélvica^{37,46-48}. El sexo femenino también ha sido identificado por algunos autores como un factor de riesgo a la hora de desarrollar esta patología^{10,42,49,50}.

2.3 ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

Desde el punto de vista anatómico, no se trata de una fascia plantar, sino que de una aponeurosis plantar (AP) o aponeurosis tendinosa^{17,51}. La AP está formada por fibras blancas organizadas longitudinalmente y está dividida en 3 porciones: central, lateral y medial. La porción central es la más gruesa, se inserta en la tuberosidad medial del calcáneo donde es más delgada, posterior al origen del tendón común del flexor corto de los dedos, y presenta una anchura en su porción media de 1,5 a 2 centímetros (cm)^{52,53}. Está inmediatamente profunda a la fascia superficial de la superficie plantar, y cubre al flexor largo de los dedos^{37,52-54}. Distalmente al nivel de las

articulaciones metatarsofalángicas la porción central de la AP se divide en 5 fascículos, uno para cada dedo. Cada fascículo se divide en 2 ramas, una superficial y otra profunda. La rama profunda se inserta en la articulación metatarsofalángica. La superficial manda fibras al ligamento natatorio y lo divide en dos surcos sagitales que recubren el tendón flexor de cada dedo, hasta su inserción⁵⁵. Del segundo al quinto metatarsiano, esta fosa o surco sagital se inserta en la placa plantar, ligamentos interóseos y en el ligamento metatarsal transverso profundo. En el primer dedo, el septo sagital se divide en una rama lateral y otra medial que se insertan en la placa plantar y en los huesos sesamoideos y ambos septos sagitales continúan con unas fibras verticales hasta insertarse en la piel^{37,52-54,56}.

La porción lateral de la AP se inserta en la cara lateral del proceso medial del calcáneo cubriendo la superficie del músculo abductor del quinto metatarsiano, presentando una anchura de 1 a 1,5 cm. Esta porción continúa medialmente con la porción central de la AP y lateralmente con la fascia dorsal^{52,53,55}. Distalmente se divide en dos bandas: una medial que envuelve al abductor del quinto metatarsiano y se inserta en la placa plantar del tercer metatarsiano y a veces de la cuarta articulación metatarsofalángica; y una banda lateral que se inserta en la base del quinto metatarsiano y se convierte en el ligamento metatarso-calcáneo^{37,52-55}.

La porción medial de la AP es fina, se ancla tras el ligamento lacinado y cubre la superficie del músculo abductor largo. Esta porción de la AP continúa medialmente con la fascia dorsal y lateralmente con la porción central de la AP^{52,53}.

Hicks⁵⁷ definió la función de la fascia plantar en 1954 como el estabilizador del arco lateral interno (ALI) en la fase final de la marcha proporcionando rigidez y estabilidad al pie durante la fase de propulsión. También descubrió que la dorsiflexión aumenta la tensión de la fascia, aumentando la altura del ALI y disminuyendo la longitud del mismo, cambiando la relación de todas las articulaciones cada una de manera diferente. Permite la unión de los huesos metatarsales con los ligamentos del antepié y corrige un inicio temprano de la pronación de la marcha^{57,58}. Existe un concepto muy importante para entender la biomecánica del pie, que es la relación que existe entre la fascia plantar y el mecanismo de Windlass. Este mecanismo describe la manera en que la fascia plantar soporta al pie durante actividades en bipedestación, es decir durante el soporte del peso corporal. El concepto "Windlass" significa la pretensión de una cuerda o cable. La tensión por estiramiento de la fascia plantar impide la desestabilización del calcáneo y huesos metatarsales y mantiene al ALI,

previniendo el colapso del pie por su orientación, su fuerza anatómica y su fuerza tensil^{59,60}.

2.3.1. El mecanismo de Windlass

El mecanismo de Windlass describe el efecto que tiene la dorsiflexión de las falanges en el pie, tensando la AP, que obliga al ALI a ascender; por el contrario, el mecanismo de Windlass inverso describe el efecto que tiene el pie sobre las falanges: al cargar el peso a través del pie este produce una tracción de la fascia plantar que origina una flexión plantar. Estudios reconocidos por Sarrafian⁵³ y Hicks⁵⁷ afirman que se produce por un aumento de la tensión de la AP.

La dorsiflexión durante la fase propulsiva de la marcha “enrolla” la fascia a nivel de las cabezas metatarsales. Este “enrollamiento” de la fascia acorta la distancia entre la inserción de la fascia en el tubérculo medial del calcáneo y las cabezas metatarsales elevando el arco lateral interno. Este acortamiento, resultante de la dorsiflexión del hallux es la esencia del principio del mecanismo de Windlass⁶⁰⁻⁶².

La fascia plantar o AP aparte de su implicación con el mecanismo de windlass presenta una relación funcional con el tendón de Aquiles, sufriendo la tracción y la retracción del tríceps sural, como nos informan Stecco et al⁶³. Concepto para tener en cuenta, ya que la fascia plantar no es elástica, no disipa fuerzas como nos describieron Carlson et al⁶⁴, ya que solo obtuvo un 4% de flexibilidad de la fascia antes de romperse a 90kg de presión en su estudio con cadáveres.

La acción dinámica de la AP es de gran interés biomecánico ya que representa junto con el ligamento largo plantar y el ligamento de Spring la estructura más importante en mantener la integridad del ALI, y que presenta también una importante función de almacenamiento energético como ya describieron Ker et al en 1987⁶⁵. Estudios recientes llevados a cabo en el 2009 sugieren que las fuerzas musculares del tobillo pueden pretensar la FP antes del choque de talón durante la fase inicial del apoyo⁶⁶. Los resultados de este estudio demostraron que la AP experimenta una tensión significativamente mayor durante la fase inicial del apoyo que en la fase de reposo en todos los sujetos, con lo que sí que se produce una pretensión de la FP antes del apoyo⁶⁶. Wearing et al⁶⁷ anteriormente demostraron que los pacientes con FP realizaban cambios antiálgicos durante la marcha, como la disminución de la

fuerza de apoyo bajo el retropié y antepié del pie sintomático, sin embargo, aumentaban la carga digital.

2.4 PATOMECAÍNICA

Biomecánicamente se clasifica como una lesión por sobrecarga de la fascia plantar^{2,68}. La evidencia del papel biomecánico del ALI afuncional en el desarrollo de la FP es equívoca, pudiendo conducir a interpretaciones en varios sentidos u ocasionar juicios diversos. La relación altura-longitud del ALI ha sido comúnmente implicada en la aparición de la FP por multitud de estudios.

Presentar un ALI disminuido más la pronación del pie aumentan la carga tensil de la fascia plantar y por ello aumentan el riesgo de micro-roturas mediante estrés en pronación prolongado de la inserción de la fascia en el calcáneo^{57,69}. Thordarson et al⁷⁰ determinaron que el músculo que más estabilidad proporciona al ALI durante la fase de apoyo de la marcha es el tibial posterior, controlando en excéntrico la pronación y reduciendo la tensión en la fascia plantar. Una excesiva pronación puede debilitar a este músculo afectando directamente a la fascia plantar ya que minimiza el uso eficiente del mecanismo de Windlass secundaria a la inestabilidad existente durante la fase propulsiva de la marcha¹⁵. También se ha demostrado que cargas repetitivas excesivas tras largos periodos de carrera pueden originar un proceso inflamatorio agudo, el cual puede derivar en fibrosis o degeneración, aunque estudios recientes en pacientes con diabetes indican que la morfología de la fascia plantar puede estar relacionada a la zona regional de carga en el pie e influir en la morfología de la fascia⁷¹⁻⁷³.

Existen algunos estudios radiográficos que demuestran una mayor frecuencia de FP en aquellos sujetos con el ALI disminuido⁷⁴, pero aquellos estudios que han usado novedosas técnicas de análisis de movimiento no han encontrado diferencias significativas en el movimiento del pie o en el comportamiento del ALI entre pacientes diagnosticados de FP y sujetos sanos⁶⁷. Wearing et al en 2007⁷⁵ sugieren que la intensidad o severidad del dolor y el grosor de la fascia asociados a la FP están relacionados a la carga regional de peso sobre el pie y a la forma estática del ALI del pie, aunque debido a que estos efectos no se producen en pacientes sin FP aún queda por averiguar si son las características físicas las que contribuyen a la FP o es debida a adaptaciones de la marcha antiálgica secundarias a dolor en el talón. Un

estudio más reciente, del año 2014, conducido por Chang et al⁷⁶, mostró diferencias significativas en la cinemática y la cinética del pie al comparar un grupo de individuos sanos y un grupo de individuos con FP, a pesar de que ambos tenían medidas antropométricas similares en los pies. Estas diferencias fueron observadas en el movimiento del retropié, del antepié medial, de la primera articulación metatarsofalángica y las fuerzas de reacción del suelo. Sin embargo, debido a la naturaleza retrospectiva del estudio, es difícil determinar (como ya le ocurrió a Wearing et al⁷⁵) si estas diferencias provocaron la lesión, prolongaron la lesión, o eran respuestas compensatorias debido a la lesión, aunque los autores especulan que diferencias biomecánicas observadas representan una combinación de los mismos.

A principios de los años 90, Kwong et al⁷⁷, De Maio et al² y Schepesis et al⁶⁸ en estudios independientes a su vez clasifican a la FP como una lesión por sobrecarga de la fascia plantar, producida por un estrés en pronación prolongado de la inserción de la fascia plantar en el calcáneo. Esta lesión es el resultado de un microtrauma repetitivo sobre el apoyo de talón produciendo cambios fasciales degenerativos e inflamatorios y periostitis del tubérculo medial del calcáneo^{2,68,77}.

Barret y Erredge en 2004⁷⁸ la definieron como un microtraumatismo repetitivo por sobreuso que produce una microlesión que desemboca con el tiempo en una lesión mayor. Comparan el primer proceso de microtrauma a la tendinopatía y recalcan que los últimos estudios de las tendinopatías sugieren que la lesión no afecta al área del tendón que soporta mayor fuerza mecánica, con lo que, siguiendo ese criterio, el microtrauma repetitivo no sería la causa inicial de la FP⁷⁸.

En 2007 Braddom y Buschbacher⁷⁹ teorizan sobre el desarrollo de la FP, llegando a la conclusión de que la FP sobrecarga a la musculatura plantar que se origina en el calcáneo: aductor del hallux, cuadrado plantar, flexor corto común y abductor del quinto pudiendo llevar a la inflamación y en consecuencia al dolor en la fascia plantar. Se han obtenido resultados al respecto que confirman que en pacientes con FP se produce un aumento del trabajo y de la fuerza realizada por la musculatura intrínseca como posible medida antiálgica para disminuir el estrés de la fascia plantar, aumentando el trabajo de los flexores para aportar una estabilidad adicional al ALI^{67,80,81}. Estas compensaciones se pueden considerar mecanismos de defensa que aumentan la carga durante la marcha hacia el antepié^{67,80,81}.

El estudio de Stecco et al⁶³, relacionó la fascia plantar con la vaina del tendón de Aquiles al obtener una correlación estadísticamente significativa entre ambas estructuras. En su opinión, a la vista de estos hallazgos se refuerza la idea de que el tríceps sural está involucrado en la FP, por lo que es susceptible de tratamiento⁶³. Para los autores, estos hallazgos sugieren que la fascia plantar cuenta con un papel no sólo en el soporte del ALI, sino que también en su propiocepción y coordinación motora periférica⁶³. Por último, apuntan a la posibilidad de utilizar las infiltraciones de ácido hialurónico en la fascia para tratar la FP, debido a su alta concentración en este tejido⁶³.

2.4.1. Relación del tendón de Aquiles y la fascia plantar

Como ya se ha dicho, el tendón de Aquiles es el tendón de inserción común del tríceps sural en el calcáneo, cuyas fibras de colágeno cubren la cara posterior del calcáneo y guardan relación con la fascia plantar⁶³. La AP transmite grandes cantidades de fuerza hacia el antepié, tanto en bipedestación como durante la marcha, donde el patrón de fuerza de la AP y su relación con el tendón de Aquiles demuestran su importancia a la hora de transmitir esta fuerza^{82,83}. Las fuerzas combinadas se transmiten durante la marcha a través del tendón de Aquiles obteniendo una fuerza entre 1.400 y 2.600 Newtons y entre 3.100 y 5.330 durante la carrera⁸⁴⁻⁸⁶.

Ya en 1997, Kannus et al⁸⁷ sugirieron que las fuerzas generadas por el tendón contribuyen a patologías relacionadas con la carga como las tendinopatías, aunque la etiología exacta permanece desconocida. Un estudio posterior demostró que se puede observar in vitro las diferencias entre las fuerzas mediales y laterales del tríceps sural cuando se someten a carga⁵⁹. Debido a la orientación de las fibras, se produce un aumento de tensión durante la dorsiflexión del tobillo en la marcha, con lo que un acortamiento del gastrosóleo (GSL) aumentaría la tensión generada en la AP^{59,88}.

La relación con el aumento de tensión del tendón de Aquiles y la relación en la distribución de carga en la fascia plantar creó cada vez mayor interés y mayor importancia clínica y en el 2006, los estudios de Cheung et al⁸⁹ resaltaron la importancia de que la puesta en tensión del tendón de Aquiles (tanto pasiva, como activamente) produce un mayor efecto de tensión de la AP durante la fase estática de carga, relacionando el aumento de tensión en el Aquiles con un aumento de estrés en la AP. Según esta teoría, el aumento de tensión por parte del Aquiles reduce el ángulo

de inclinación del calcáneo y desplaza el centro de la presión hacia anterior y lateral, desde retropié a antepié, aumentando así la tensión en la fascia plantar⁸⁹. Previamente, algunos autores ya habían tenido en cuenta la relación de las inserciones de la AP y el Aquiles en el calcáneo, respectivamente⁶⁴.

Un exceso de trabajo tensional del tendón de Aquiles o el estiramiento pasivo del mismo secundario a una contractura mantenida del vientre muscular del GSL es un factor mecánico plausible de sobrecarga y de alteración de la función de la AP, según se extrae del trabajo de Patel y Di Giovanni⁹⁰. Con la rodilla en extensión se necesitan 10 grados de FD de tobillo durante la marcha, si existe un acortamiento aquileo se produciría una excesiva pronación del retropié como compensación, lo que provocaría un aumento de las fuerzas tensiles en la AP, pudiendo resolver en una FP^{34,77,89}.

Según Bowers y Castro en 2007⁹¹, este aumento de la carga en ligamentos y musculatura intrínseca del medio y antepié es secundaria a una limitada dorsiflexión de tobillo como consecuencia de una contractura del GSL, con lo que se considera que la contractura del GSL es un hallazgo prevalente en la biomecánica de la patología del pie y tobillo, y proponen la normalización del tono muscular de la contractura del GSL como solución. Con lo que es igual de importante, aparte de resolver mediante el tratamiento la degeneración de la AP, la normalización o corrección de los factores biomecánicos que la producen^{91,92}.

2.4.2. Consideraciones durante la marcha

El pie presenta diferentes e importantes funciones, puesto que realiza la propulsión y con ello el inicio de la marcha, debe adaptarse a terrenos irregulares, absorber impactos y mantener el peso del cuerpo, lo que supone que, durante la marcha muchas fuerzas estresan el pie y alteran el ALI⁹³.

En la marcha, durante la primera fase de apoyo del talón, la carga en antepié, la tensión del Aquiles y por lo tanto de la fascia plantar son mínimas⁹⁴. A medida que el pie avanza y alcanza la fase de apoyo completo, los gemelos y el sóleo empiezan a activarse, el Aquiles ejerce una tracción sobre el calcáneo y aparecen las fuerzas reactivas del suelo en la zona anterior del pie⁹⁴. La citada fuerza tensional del tendón de Aquiles produce un momento de plantar flexión en el tobillo, que tiende a controlar el desplazamiento hacia anterior de la tibia con respecto al pie (oponiéndose al

movimiento de dorsiflexión que está ocurriendo en el tobillo)⁹⁴. Como consecuencia, se provoca un momento de plantar flexión en retropié que se traduce en el aumento de presión en la parte anterior, incrementando el momento de FD de antepié a retropié⁹⁴. Esta situación supone que en la fascia plantar aumenta la fuerza de tensión para contrarrestar el aplanamiento del ALI, evitando el colapso del pie⁹⁴. Como la deambulación continúa y el pie entra en la fase de despegue, el talón inicia la elevación del suelo y todas las fuerzas reactivas se centran en antepié⁹⁴. En este punto, la contracción del tríceps sural es máxima, imprimiendo el más alto momento de plantar flexión en retropié, al igual que sucede con la reactividad del suelo, creando el momento máximo de FD en antepié⁹⁴. Aquí la fascia plantar adquiere su tensión máxima durante el ciclo de la marcha para estabilizar el ALI, lo que pone de manifiesto que es en ese instante, en la fase propulsiva, cuando la conexión mecánica entre tríceps sural y la fascia plantar es más evidente⁹⁴.

De las variables que comúnmente se usan para distinguir disfunciones de la marcha en individuos con dolor de talón, las que demostraron mayor asociación fueron, la disminución de la carga en retropié, y un mayor tiempo de contacto, presión, fuerzas de reacción del suelo e impulso en antepié⁹⁵. Los autores no pudieron conducir un meta-análisis en esta revisión sistemática debido a la heterogeneidad de los métodos o la incapacidad de determinar importantes aspectos de medida, de ahí que concluyan la necesidad de la existencia de trabajos que incluyan consideraciones para el pie o la pierna (como la pronación o la supinación), junto con más variables proximales⁹⁵.

Precisamente, la pronación y la supinación son de los elementos sobre los que más se ha escrito y más se han descrito en la bibliografía científica, como alteraciones del pie y la marcha en la FP⁹⁵. La orientación de la AP ayuda a estabilizar el arco y a controlar el momento necesario de pronación y supinación del pie durante las fases de la marcha, por lo que una función inadecuada puede llevar a aumentar el estrés del tejido fascial⁹⁴. Una de las causas de la FP es una pronación mantenida o exceso de pronación del pie^{96,97}. Los factores que pueden marcar una excesiva pronación van desde la debilidad muscular, la retracción de la cadena posterior, hasta las deformidades estructurales del pie que puedan determinar un déficit de movilidad articular^{77,97}.

Un buen control de la pronación aporta una temporización adecuada de la supinación durante la marcha. La combinación del trabajo del flexor largo de los dedos, el flexor propio del hallux, el peroneo lateral largo y el tendón de Aquiles

permiten, el momento de supinación necesario para activar el mecanismo de Windlass⁷⁰. Debilidades de la musculatura proximal de la pierna como el glúteo menor, medio, tensor de la fascia lata o el músculo cuádriceps pueden contribuir a alteraciones en la biomecánica de la AP, ya que pierden su capacidad para asistir a la parte distal de la pierna en la carga de peso, lo que conlleva un sobreesfuerzo, un mayor impacto de las estructuras del pie y a una disminución del control de la pronación^{98,99}.

Deformidades estructurales como un pie plano pueden contribuir al desarrollo de alteraciones en la fascia plantar, produciendo un aumento de la pronación que produce que el antepié contacte con el suelo durante la propulsión¹⁰⁰. Este exceso de pronación sobreesfuerza a la fascia plantar y altera la actividad del mecanismo de Windlass¹⁰⁰. También el pie cavo, con un arco elevado y rígido, puede provocar alteraciones en la funcionalidad de la fascia plantar debido a la ausencia o déficit de pronación que la estresa a nivel de su inserción, llevando al pie a la incapacidad a la hora de disipar las fuerzas⁹⁷. Los factores que pueden contribuir a la falta de pronación son una limitación de la movilidad articular, falta de extensibilidad de la AP y una elevada retracción muscular en la cadena posterior de la pierna¹⁰⁰.

2.4.3. Histopatología de la fasciosis plantar

La dificultad de comprensión de la patología ha llevado a cambios en los mecanismos patológicos, pruebas diagnósticas e incluso en la nomenclatura. Antiguamente conocida como “fascitis plantar”, hoy en día toma fuerza el concepto de “fasciosis”, concepto que comenzó a usarse a finales del siglo XX a través del descubrimiento de nuevos signos clínicos como las micro-roturas y edema a través de resonancia magnética nuclear (RMN) y ecografía en pacientes con FP, estando siempre presente el engrosamiento de la fascia plantar^{101,102}.

Babock et al¹⁰³ definen el engrosamiento de la fascia como una compresión crónica por trauma repetitivo contra o de los vasos digitales que produce el efecto de dolor local con aumento de sustancia P (SP) y glutamato, activando la sensibilidad nociceptora y produciendo una inflamación perifascial.

Lemont et al en 2003¹⁰⁴ afirman que a día del estudio no se habían aportado pruebas objetivas clínicas o histológicas que confirmaran a todos aquellos investigadores que afirmaron la presencia de inflamación en la FP describiéndola como “fascitis”. Sin existir evidencia de ninguno de los signos de inflamación que en su fase aguda presenta la clásica sintomatología; dolor, calor, rubor, inflamación y pérdida de la funcionalidad, histológicamente por la acumulación leucocitaria, y que en su fase crónica se caracteriza por una infiltración de macrófagos, linfocitos y células plasmáticas, destrucción de tejidos y proceso reparador con proliferación vascular y fibrosis¹⁰⁵. Con lo que el diagnóstico común de la FP no aporta pruebas objetivas o evidencia científica de signos inflamatorios¹⁰⁴.

Más adelante, Weil et al en 2008¹⁰⁶ entre otros a través de estudios histológicos obtuvieron los siguientes hallazgos no inflamatorios en pacientes con fascitis plantar: degeneración mixoide, fragmentación y degeneración de la fascia en inserción, pérdida de la elasticidad normal, alteración de la fisiología nociceptora, ectasia vascular, necrosis del colágeno, hiperplasia fibroblástica y calcificación matricial^{8,12,104,107}; al igual que anteriormente otros investigadores como Schepsis et al⁶⁸, que observaron en fascias postquirúrgicas la presencia de engrosamiento de la fascia en su inserción, o Tountas y Fornasier¹⁰⁸, que apreció una degeneración de la fascia sin inflamación, obteniendo así una evidencia objetiva que defiende la presencia de cambios patológicos degenerativos no inflamatorios. Lo que demuestra clínicamente que el diagnóstico de FP como un diagnóstico más acertado que el de “fascitis”, abriendo así una nueva perspectiva al tratamiento a través de nuevas vías como la regeneración de la fascia plantar fibrótica, avascular y degenerada¹⁰⁴.

Aunque en la actualidad, estos hallazgos abogan por la idoneidad de la nomenclatura “fasciosis”, Riel et al¹⁰⁹ proponen el término dolor de talón (“plantar heel pain”) para describir la condición de dolor debajo del talón cuando no se indique un diagnóstico diferencial y hasta que futuras investigaciones consigan llegar a un claro entendimiento acerca de la terminología adecuada y asociada a los criterios diagnósticos.

2.5 DIAGNÓSTICO Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

La FP es un diagnóstico clínico basado en el historial del paciente y en un examen clínico^{8,92,110}. Podemos llegar a la conclusión ya universal con un grado de evidencia clínica de B^{44,45} de que los síntomas patognomónicos son dolor a los primeros pasos de la mañana y dolor tras largos periodos de reposo o de bipedestación mantenida^{8,12,32,92,110} a lo largo de la fascia plantar, cuya irradiación puede ir desde la inserción en la cabeza de los metatarsianos, hasta la porción medial en la cara medial del tubérculo del calcáneo donde el dolor es mayor^{17,32}. Los síntomas suelen ser insidiosos, con periodos de dolor agudo e incapacitante^{12,32}.

El dolor también puede manifestarse como una sensación incomoda o dolor profundo puntual localizado en el tubérculo medial calcáneo. La carga de peso continuada agrava la sintomatología y el reposo la mejora. El dolor de la fascia plantar se hace más evidente al aumentar la dorsiflexión de las falanges que aumentan la tensión de la fascia plantar (o del mecanismo de Windlass), por ello cualquier actividad que aumente la tensión de la fascia plantar como andar descalzo sin apoyo en el ALI, subir escaleras o de puntillas pueden agravar el dolor^{17,32}.

El diagnóstico de la FP es inmediato, pero no suele realizarse una propia y correcta educación del paciente sobre su condición³. Se lleva a cabo por norma general un diagnóstico diferencial con las fracturas de calcáneo por estrés, atrapamiento nervioso, tendinitis aquilea, bursitis retrocalcánea, alteraciones de la articulación subastragalina y atrofia de la grasa plantar^{32,111}. Es interesante mencionar que los espolones calcáneos no confirman un diagnóstico de FP ya que el 50% de los pacientes con FP no presentan espolón y el 15% de los pacientes asintomáticos lo presentan^{92,110,112}; aunque, como sugieren Mc Millan et al¹¹³, la aparición de espolón calcáneo está fuertemente asociada a presentar dolor bajo en el talón. Un estudio de casos y controles publicado por Prichasuk y Subhadrabandhu⁷⁴ comprobó la asociación entre el dolor crónico del talón y la presencia de espolón calcáneo (definida como una proyección ósea horizontal desde la tuberosidad del calcáneo, mayor de 2 milímetros, mm), observando que el espolón estaba presente en 54 de 82 (66%) casos, en comparación con el 62 de 400 (16%) controles ($p < 0,001$).

Con respecto al atrapamiento nervioso, el diagnóstico diferencial más frecuente se realiza con el nervio tibial, nervio plantar (medial o lateral) o calcáneo como nos

indicaron Alshami et al en 2008¹¹⁴. También son importantes las estructuras perifasciales, sobretudo la bursa subcalcánea y la rama medial del nervio tibial posterior que se pueden encontrar comprometidas en la FP crónica. Las pruebas de provocación de dolor neural carecen de sensibilidad y especificidad para ser empleadas como pruebas discriminatorias¹¹⁴.

El dolor de talón, de la planta del pie, o del pie es complejo y las dificultades existentes en diagnosticar adecuadamente las causas del dolor y el mecanismo de lesión de los tejidos puede cambiar el manejo clínico de la misma^{115,116}. Según la revisión del dolor del pie de Hawke y Burns en 2009¹¹⁷, se necesita, a día de hoy, un conocimiento más profundo sobre los mecanismos y las causas que provocan el dolor, su diagnóstico y su pronóstico para una correcta intervención clínica¹¹⁷.

La prueba más útil para realizar un diagnóstico diferencial es el test de neurodinamia con flexión cadera, rodilla en extensión y movimiento de dorsiflexión de tobillo o en su defecto la maniobra de flexión plantar más inversión pasiva que aumentan la presión del nervio tibial a nivel del túnel del tarso comprimiendo el nervio plantar medial y lateral^{118,119}. El test de Tinnel o signo de Tinnel, habitualmente usado para el diagnóstico del nervio plantar lateral, se caracteriza por tener una baja sensibilidad (17%) como nos demuestran Baxter y Pfeffer¹²⁰. Con respecto a los test por electrodiagnóstico, los resultados de la electromiografía y conducción nerviosa aportan una gran cantidad de falsos negativos con lo que se recomienda que estas pruebas sean complementarias a un diagnóstico clínico manual¹²¹. A su vez los estudios por radiografía y gammagrafía no están indicados por rutina, ya que los primeros solo muestran lesiones óseas y su uso no es requerido excepto en atletas jóvenes con riesgo de sufrir patologías óseas asociadas al deporte con un grado de evidencia B; y los segundos solo estarían indicados en procesos inflamatorios como la artritis¹²².

Durante la exploración según las recomendaciones de las guías clínicas, asociadas a la clasificación Internacional de Funcionalidad, Discapacidad y Salud de la Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association, en su actualización del 2008 y en la última del 2014, se recomienda realizar entre otros los siguientes test con un grado de evidencia B para el diagnóstico de FP: palpación tubérculo proximal del calcáneo o inserción de la fascia plantar, rango de movilidad (RM) de dorsiflexión del tobillo, test del síndrome túnel tarsiano, test de Windlass y medición del ángulo del ALI^{44,45}. También para la inspección y seguimiento se

proponen los siguientes tests: Foot Functional Test, Health Status Questionnaire y el Foot & Ankle Ability Measures con un grado de recomendación y evidencia A^{44,45}.

2.6 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN RECOMENDADAS

Las técnicas de diagnóstico por imagen, como método objetivo, juegan un papel importante en la evaluación de la fascia plantar en los pacientes con o sin FP¹²³. Numerosos profesionales e investigadores se valen de este tipo de pruebas para observar hasta qué punto están involucradas o no las diferentes estructuras que pueden ser fuente de dolor en el talón. Se emplean para ello las radiografías simples, para observar algún tipo de anomalía a nivel óseo, como es el caso de los espolones calcáneos, o bien los estudios ecográficos, y la RMN con el fin de evaluar los tejidos blandos, como es el caso de la propia fascia plantar¹¹³. Las observaciones que se desprenden de estos estudios ayudan a valorar las patologías subyacentes de estos procesos, y por lo tanto a precisar más en el diagnóstico, a elaborar un plan de intervención terapéutica, así como también a proporcionar criterios objetivos para la medición del efecto producido por dichas intervenciones¹¹³.

En el año 2014, Mohseni-Bandpei et al¹²⁴ realizaron una revisión sistemática (RS) de los estudios publicados en el periodo entre 2000 y 2012; en dichos estudios se empleaba la ecografía como método de seguimiento de la fascia plantar, así como para el diagnóstico de la FP, y también como guía para las intervenciones terapéuticas en los pacientes con dicha patología. Los estudios incluidos debían cumplir con los siguientes criterios: ser estudios realizados en pacientes con FP o bien en sujetos sanos; que la ecografía fuese empleada para el seguimiento de la fascia plantar o para valorar su engrosamiento; y que fuesen estudios publicados en inglés¹²⁴. Un total de 34 estudios relevantes fueron incluidos en dicha RS: 16 de ellos evaluaban los efectos de diferentes intervenciones terapéuticas en pacientes con FP, utilizando la imagen ecográfica; en otros 12, las ecografías identificaban cambios en el grosor de la fascia plantar en pacientes con FP y sujetos asintomáticos; y en los 6 restantes, la ecografía fue empleada como guía para la aplicación de diferentes terapias¹²⁴.

La RMN surgió como una importante técnica diagnóstica no invasiva para el seguimiento de los procesos del pie dada su capacidad para captar múltiples planos, así como también por su mejor poder de resolución¹²⁵⁻¹²⁸. Por su parte, la ecografía ha demostrado ser una excelente herramienta para el seguimiento por imagen de alteraciones en los tendones en diferentes partes del cuerpo¹²⁹⁻¹³². La aponeurosis plantar tiene una estructura que la hace similar a los tendones, mostrándose aquella ecográficamente como una banda ecogénicamente homogénea con líneas internas relacionadas en sección longitudinal¹³³. Sabir et al¹³⁴ y Abdel-Wahab et al¹³⁵ compararon la precisión y validez de la ecografía y de la RMN en la detección de la FP, realizando mediciones del engrosamiento de la fascia plantar y de la almohadilla grasa del talón, utilizando ambas modalidades diagnósticas, así como valorando también otros signos. Dichos autores encontraron una fuerte correlación entre dichas mediciones. La sensibilidad y la especificidad de la ecografía aportadas por Sabir et al, fueron de un 80,9% y un 85,7%, respectivamente¹³⁴. Estadísticamente, la precisión diagnóstica de la ecografía, determinada por Abdel-Wahab et al, fue del 69,5%¹³⁵. A la vista de estos resultados, Mohseni-Bandpei et al¹²⁴ consideran la ecografía como una modalidad de diagnóstico por imagen de una precisión aceptable para el diagnóstico de la FP. Por lo tanto, aunque algunos profesionales siguen considerando la RMN como el método de elección en el diagnóstico de procesos de la fascia plantar, la ecografía puede constituir también una herramienta efectiva para dichos diagnósticos, sustituyendo por tanto a aquella^{134,136} y siendo de hecho utilizada a menudo en clínica para el diagnóstico del proceso que nos ocupa, al permitir observar directamente tanto el grosor¹³⁶⁻¹³⁸ como la ecogeneidad de la fascia plantar^{136,137}. El engrosamiento mayor de 4 mm^{130,136,137} y las alteraciones hipoeoicas^{136,137} en la fascia plantar, son los hallazgos ecográficos más comunes en pacientes con FP.

Akfirat et al¹³⁰ compararon la ecografía frente a la radiografía simple, y Kapoor et al¹³⁹ compararon los estudios ecográficos con elastografía frente a la RMN. Los resultados indican que la ecografía puede ser considerada una prueba de diagnóstico por imagen en el diagnóstico y seguimiento de la FP. Además, comparándola con la radiografía y la RMN, la ecografía consume menos recursos en la relación coste – efectividad, no siendo una técnica invasiva, es un método libre de radiación, más rápida y fácil de ejecutar, y es de una aplicación más cómoda para el paciente^{130,139}. A su vez, Sabir¹³⁴ et al, concluyen que la ecografía es una modalidad de diagnóstico por imagen no invasiva, menos cara, rápidamente disponible y más fácil y rápida de utilizar en el diagnóstico de la FP, siendo además posible realizarla en la misma

camilla; de reconocimiento y tratamiento. Por su parte, Fabrikant y Park¹²³ estiman que las ventajas de la ecografía frente a la RMN son que es una técnica no invasiva, libre de radiación, la relación coste-efectividad es tolerable por los pacientes, y apropiada para los seguimientos. En este punto, cabe destacar que algunos autores discrepan de esta utilidad, y aseguran que el grosor de la fascia plantar no es un buen indicador de la situación clínica de los pacientes con fascitis plantar crónica, por lo que no creen que deba ser usada para evaluar, planificar y seguir un tratamiento¹⁴⁰.

Mohseni-Bandpei et al¹²⁴ analizan un grupo de estudios, entre los que destacan los de Wearing et al⁷⁵ y Ozdemir et al¹⁴¹, que evaluaron ecográficamente la fascia plantar en sujetos con y sin FP. Para dicho examen se colocó a los sujetos en decúbito prono, con extensión de rodilla, y con el tobillo, bien en 90° de dorsiflexión¹⁴¹, o bien en posición neutra (0° de flexión y extensión de tobillo)⁷⁵. En ambos casos^{75,141}, la medición del grosor de la fascia plantar fue tomada 5 milímetros distal a la inserción de la fascia plantar en el calcáneo. Wearing et al⁷⁵ demostraron la relación entre el grosor de la fascia plantar y el ángulo del arco del pie en estático, tanto en los sujetos sintomáticos como también en los asintomáticos; a través del estudio del pico de carga en el mediopié en el miembro sintomático, las mediciones ecográficas del grosor de la fascia, las mediciones radiográficas de la forma del arco del pie, y la carga del pie durante la marcha. El estudio, que fue realizado sobre una muestra de 10 individuos con y sin FP unilateral, estos autores observaron que la fascia plantar del pie afecto estaba más engrosada que la del pie asintomático y que la fascia plantar de los sujetos del grupo control (GC)⁷⁵. Para los autores¹²⁴, en todos los estudios evaluados que investigaban las imágenes aportadas por los exámenes ecográficos, la ecografía supone una herramienta útil, fiable y válida para la discriminación del grosor de la fascia plantar en pacientes con FP y pacientes sin esta patología, pudiendo ser considerada así mismo como una forma objetiva para proporcionar información suficiente y apropiada a los examinadores a fin de confirmar dicho diagnóstico.

Mohseni-Bandpei et al¹²⁴, analizaron también, un grupo de 16 estudios que investigaron el efecto de las infiltraciones guiadas por ecografía en pacientes con FP, entre las cuales, se incluye el estudio de McMillan et al¹⁴². Estos autores intentaron comprobar la efectividad de esta intervención en 82 pacientes a través de la medición del dolor y el grosor de la fascia plantar a las 4, 8 y 12 semanas tras la infiltración, concluyendo que: una única inyección guiada por ecografía es un abordaje tolerable y

efectivo a corto plazo para la FP, supone además una gran ayuda en lo que a dolor se refiere, comparado con el placebo a las 4 semanas, y reduce la inflamación anormal de la fascia a los 3 meses. Este mismo grupo, contiene un estudio del año 2009¹⁴³ con una muestra de 27 pacientes con FP en los que se comprobó la eficacia de las infiltraciones guiadas con ecografía frente a la guía mediante la palpación, comprobando una mejora significativa en cuanto al grosor de la fascia y de la almohadilla grasa plantar, y en la intensidad del dolor (según la Escala Visual Analógica, EVA) en favor de los individuos que fueron infiltrados con ayuda de un ecógrafo. En opinión de estos autores, dicha mejoría pudo ser debida a que se aumentó la precisión en la infiltración y además se pudo reducir la frecuencia de las inyecciones. Otros investigadores^{123,144–146}, emplearon la ecografía para monitorizar el grosor de la fascia plantar en el diagnóstico y seguimiento del efecto de diferentes tratamientos en pacientes con FP, como era el caso de las ondas de choque (OC)^{145,146}. Por todo ello, y a pesar de las diferencias en los tamaños muestrales y las intervenciones seleccionadas para los estudios, este grupo de investigadores¹²⁴, califican los estudios como positivos, y determinan que la ecografía es clínica y objetivamente capaz de evaluar el grosor de la fascia plantar en pacientes con FP y de mostrar los cambios morfológicos relacionados con dicho proceso.

Un tercer grupo¹²⁴ emplearon la ecografía para guiar sus intervenciones terapéuticas en pacientes con FP, como por ejemplo Vohra and Japour¹⁴⁷, que se valieron de ella para realizar fasciotomías. Estos autores concluyeron que la liberación de la fascia plantar producida mediante fasciotomía es un procedimiento quirúrgico para el alivio de la FP crónica, con pocos efectos colaterales ya que la ecografía permite visualizar claramente la fascia plantar durante dicha intervención. Otros estudios^{112,148,149} usaron la ecografía para enfocar las OC en la localización exacta del dolor. Estos resultados indican que la ecografía es un buen método para visualizar directamente y en tiempo real la fascia, y así mejorar la precisión de las intervenciones en individuos con FP¹²⁴.

La característica de ser operador-dependiente que presenta la ecografía, suponía la mayor limitación que se atribuía a la utilización de dicha técnica, debido por tanto a las diferencias en la valoración, cuando diferentes examinadores interferían entre sí en el mismo proceso¹³⁶. Ya varios estudios habían evaluado la fiabilidad de la ecografía músculo esquelética en esta patología, hasta que un estudio del año 2012,

realizado por Cheng et al¹³⁶, se planteó el objetivo de comparar la fiabilidad intra e inter observador de las mediciones de grosor y ecogeneidad de la fascia plantar. Dicha evaluación se llevó a cabo tanto para el corte transversal como para el longitudinal; con ello se pretendía poder evaluar la reproducibilidad de esta herramienta de diagnóstico y si supone una ventaja el plano en el que se hace el examen¹³⁶. Este grupo de investigadores concluyó que la reproducibilidad de la valoración del grosor de la fascia plantar mediante ecografía era alta; mientras que con respecto a la ecogeneidad establecieron que puede ser valorada a través de una escala de grises cuantitativa, que podría reducir la discrepancia de la ecogeneidad entre los diferentes examinadores¹³⁶. Por último, estos autores recomendaron el examen de la fascia plantar en un plano longitudinal en lugar de en uno transversal¹³⁶. A su vez, la investigación de Skovdal Rathleff et al¹⁵⁰ mostraron que realizar 3 medidas ecográficas, y calcular la media del grosor de la fascia plantar, es más fiable que tomar únicamente una medida. Otro factor que puede influir en el examen ecográfico del grosor de la fascia plantar es la posición de las articulaciones metatarsófalangicas¹⁵¹. Granado et al¹⁵¹ recomiendan que este estudio se realice con los dedos del pie en posición de reposo.

Se establece por tanto que el engrosamiento normal a obtener en la exploración de la porción medial de la fascia plantar en torno a los 3 mm tanto para la ecografía o ultrasonografía (US) como para la RMN. La mayoría de los estudios consideran un diagnóstico positivo de FP plantar si se observa un engrosamiento del origen de la fascia plantar mayor de 4 mm mediante US entre otros hallazgos^{75,112,113,147,152–155}. Las alteraciones observadas por RMN en pacientes diagnosticados de FP incluyen engrosamiento fascia plantar y alteraciones de la señal intrafascial aunque los hallazgos más frecuentes son edema perifascial, seguido de alteraciones intrafasciales superficiales, profundas o ambas y como tercer hallazgo el engrosamiento de la fascia plantar¹⁰¹.

Se ha llegado a la conclusión de que la RNM presenta una mayor sensibilidad y especificidad que el US¹¹¹ pero en contra es mucho más difícil de llevar a cabo y más costosa, con lo que la ecografía se postula como el primer paso para el diagnóstico y seguimiento del tratamiento, gracias a su alta accesibilidad, facilidad y fiabilidad asociado a una elevada sensibilidad diagnóstica y su bajo coste^{122,156,157}, prestaciones de calidad que incluso pueden ser mejoradas con el eco-doppler¹²⁴.

Con lo que en resumen la ecografía o la US se está afianzando por la mayoría de las investigaciones como la técnica de imagen más recomendada y utilizada en el diagnóstico clínico de la FP^{75,112,132,156}. Dentro de los hallazgos ecográficos más relevantes en la FP, destaca no solo la presencia de engrosamiento de la fascia, sino también de la presencia de líquido perifascial y de áreas hipoeoicas como factores fuertemente asociados a la FP¹²⁴. McMillan et al¹¹³ en su RS y meta-análisis en 2009 concluyen que los pacientes con FP presentan más riesgo de engrosar su fascia plantar en asociación a líquido perifascial, y que valores de grosor de la fascia plantar mayor a 4.0mm es diagnóstico de FP.

Las nuevas vías de investigación y con ellas los nuevos protocolos de diagnóstico van enfocados a determinar si existe engrosamiento en la porción medial de la fascia como gold estándar como el estudio llevado a cabo por Wearing y Smeathers en el 2007⁷⁵ donde consiguen correlacionar el engrosamiento de la fascia plantar con la gravedad del dolor y el pico y forma estática del arco del pie sintomático.

2.7 ABORDAJE TERAPÉUTICO

Los pacientes diagnosticados de FP pueden ser atendidos por una gran variedad de profesionales lo que produce que su abordaje actualmente no esté estandarizado o protocolizado. Por ejemplo, en Reino Unido, Grieve y Palmer¹⁵⁸ encontraron que los fisioterapeutas generalmente no seguían ningún protocolo de intervención establecido en las guías de práctica clínica, provocando que el enfoque de tratamiento para la FP más comúnmente reportado fue el asesoramiento y la educación de los pacientes, con especial énfasis en las medidas de auto manejo de la lesión, por ejemplo, mediante ejercicios de estiramientos del tríceps sural y los isquiotibiales.

Al contrario, como se recoge en la literatura y se expondrá a continuación existe una gran variedad de tratamientos y de diferentes manejos del paciente con lo que se llega a la conclusión de que se necesita más investigación para identificar cuáles son aquellas intervenciones eficaces en la FP y determinar si la especialidad del sanitario puede influir en el buen pronóstico y en la evolución de la patología como sugiere el estudio de prevalencia de la FP en EEUU entre el año 1995 y el 2000¹⁰. Los resultados que obtuvieron nos informan que de los pacientes diagnosticados de FP al año un 62% son derivados a atención primaria y un 31% directamente a los servicios

de cirugía. Siendo a su vez el 1% de todas las cirugías realizadas en un año. El 47% obtuvieron como tratamiento más frecuente los antiinflamatorios no esteroideos (AINES), el 26% tabla domiciliaria de ejercicios y un 19% terapia física del pie¹⁰. El pronóstico es más favorable si el tratamiento se inicia antes de las 6 semanas¹⁵⁹, el cuadro se cronifica aproximadamente en el 10% de los casos³⁰, y aumentando el riesgo si los síntomas duran más de 6 meses³², por lo que, llegados los 7 meses de tratamiento sin resolución del cuadro clínico, se recomiendan consideraciones adicionales y más investigación de la efectividad de estrategias para mejorar la respuesta al tratamiento¹⁶⁰. Por otra parte, factores de riesgo de esta patología como la edad y el IMC, no fueron asociados como indicadores de un peor pronóstico en los resultados obtenidos en el ensayo clínico aleatorizado (ECA) de Mc Clinton et al¹⁶⁰ basado en terapia manual, ejercicio e iontoforesis.

2.7.1. Tratamiento conservador

Aunque se trata de una de las patologías más frecuentes del pie, es interesante destacar que existen pocos estudios sobre el tratamiento de la FP que evalúen la efectividad de la gran variedad de opciones de tratamiento^{9,14} y de técnicas existentes, e incluso la mayoría de los existentes son de baja calidad y sin evidencia científica.

Una reciente revisión llevada a cabo de Van de Water et al realizada en 2010¹⁶¹ nos afirma que no existe consenso sobre las estrategias específicas de tratamiento de la FP como ya afirmaban en anteriores revisiones otros autores⁴⁴. Ya en 1999 Atkins et al identificaron 28 abordajes diferentes de tratamiento conservador y 8 quirúrgicos sin que ninguno de ellos presente evidencia científica, lo cual dificulta la estrategia consensuada a elegir¹⁶².

Las técnicas más frecuentes para el tratamiento conservador de la FP abarcan desde la terapia física, que incluye tanto los estiramientos y los ejercicios de fortalecimiento, como la masoterapia o terapia manual^{45,163–172}. También a través de férulas nocturnas^{173–176}, plantillas^{177–185}, vendaje funcional^{93,185–187}, vendaje neuromuscular¹⁸⁸ y reposo^{8,78}. En los últimos años, las OC se confirman como una de las herramientas para el tratamiento conservador de la FP que están siendo más contrastadas por la evidencia científica^{189–193}; así como la electrolisis percutánea intratisular, comúnmente conocida como técnica EPI^{194,195}.

El tratamiento farmacológico es ampliamente usado en esta patología, tanto mediante infiltraciones locales, como en la administración de AINES^{93,196,197}. Existen otras medidas que son menos empleadas y que tienen menor grado de evidencia científica como, por ejemplo, la acupuntura^{198,199}, terapia laser²⁰⁰, ultrasonidos^{201,202}, crioterapia²⁰², iontoforesis¹⁶⁷, y recomendaciones de calzado, ejercicio y dieta^{29,203,204}.

Diferentes revisiones establecen unánimemente la conclusión de que, aunque se desconoce el protocolo más adecuado, las alternativas terapéuticas conservadoras a destacar son: férulas nocturnas, plantillas y estiramientos de la fascia plantar y el tendón de Aquiles^{12,205,206}. Se limita el uso de vendaje, AINES e infiltraciones solo para obtener mejoría a corto plazo, presentando la última grandes riesgos de rotura post-infiltración; mientras que el resto de alternativas terapéuticas no son recomendadas por falta de evidencia científica^{12,205,206}. Tatli y Kapası²⁰⁷ van más lejos y destacan que no existe ninguna técnica significativa o de gold standard, probablemente debido a la dificultad que existe en comprender patología en sí. Esto reforzado con la falta de evidencia de alto impacto sobre la práctica clínica^{44,93,182,196} nos conduce al lógico desenlace de que se necesita más investigación para identificar cuáles son aquellas intervenciones eficaces en la FP, y determinar si la especialidad y la pericia del sanitario puede influir en el buen pronóstico y en la evolución de la patología. Otra herramienta terapéutica que ha ido arrojando evidencia científica con el paso del tiempo ha sido la terapia manual, que tal y como nos indican Fraser et al¹⁶⁹ en el año 2017, es recomendable que los terapeutas consideren el uso de técnicas de movilizaciones articulares y la manipulación de tejidos blandos junto con ejercicios de fortalecimiento y estiramiento cuando traten pacientes con FP.

El abordaje conservador de la FP está supeditado a las características de la propia patología; el ser un diagnóstico común y estar atendido por una gran variedad de profesionales sanitarios produce que su abordaje no esté estandarizado o protocolizado, sino al contrario, puesto que como ya hemos visto, existe una gran variedad de tratamientos y manejos del paciente^{10,208}. Tal y como aconsejan Cotchett et al²⁰⁹, hay que tener en cuenta variables psicológicas a la hora de asumir el tratamiento de los pacientes con dolor plantar de talón, concretamente marcadores como estrés y depresión, que reflejaron una asociación significativa con la función del pie, pero no con el dolor. Cuando los datos fueron estratificados por el sexo, estos dos marcadores se comportaron como predictores significativos de dolor y función en el pie, en las mujeres²⁰⁹. Un año más tarde, Cotchett et al²¹⁰ lograron asociar estos marcadores (depresión, ansiedad y estrés) con el dolor de talón, gracias a su estudio

observacional. El catastrofismo y la kinesiofobia también se han visto asociados con mayor dolor y menor funcionalidad del pie en estos pacientes, mientras que el catastrofismo se vio, de igual manera, asociado al dolor a los primeros pasos de la mañana²¹¹.

En el estudio de Nakagawa et al²¹² sobre la prevalencia de la ansiedad y de la depresión en pacientes con alteraciones crónicas de tobillo y pie, se concluyó que esta fue del 30% y del 27%, respectivamente, y la valoración del dolor y la autoevaluación del pie del paciente, fueron significativamente peores en los pacientes que sufrían ansiedad y depresión. Dada esta asociación entre la presencia de estos síntomas psicológicos con peor dolor y peor calidad de vida, establecen que los médicos necesitan conocer la concurrencia de la ansiedad y la depresión con este cuadro clínico para brindar un tratamiento más integral para esta patología crónica²¹².

2.7.2. Tratamiento quirúrgico

Con respecto al tratamiento quirúrgico, Hicks⁵⁷ y Nicholl⁵⁸ demostraron que la fasciotomía no era una alternativa muy adecuada para el tratamiento de la FP, ya que producía consecuencias biomecánicas severas que eliminaban la estabilidad del ALI⁵⁷, aumentando la tensión ligamentosa hasta en un 200%⁵⁸. En 1954 Hicks demostró definitivamente con modelos de cadáver que cuando se practica una fasciotomía, sección quirúrgica de la fascia, el cadáver perdía su mecanismo de Windlass, eliminando la estabilidad del arco y consecuentemente impidiendo una fase final de despegue del primer dedo y un apoyo de puntillas estable⁵⁷. Hicks también concluyó que la pérdida de tensión en el mecanismo de Windlass aumentaba de 1,4 a 3,4 veces el peso del sujeto, con lo que influye directamente a la microrrotura de la fascia plantar por el aumento de tensión⁵⁷. A su vez Nicholl en su revisión de la relación biomecánica de la fascia plantar en 2009 concluyó que la fasciotomía completa aumenta la flexibilidad del pie en un 25% y produce un aumento de la tensión ligamentosa hasta un 200% resultando no ser una alternativa muy viable para el tratamiento de la FP⁵⁸.

Murphy et al²¹³ obtuvieron un aumento de la presión sobre la segunda cabeza metatarsal hasta en un 80% como consecuencia de la sección medial de la fascia plantar. También hay que tener en cuenta que la fascia lateral no siempre está

presente, con lo que, si se produce una pérdida de la estabilidad en la columna medial y lateral tras una fasciotomía total, se produce una afectación del calcáneo y del cuboides mediante una sobrepresión, pudiendo originar una lesión ligamentosa y capsular calcáneo-cuboidea, siendo directamente proporcional cuanto más cavo es el pie²¹⁴. La fasciotomía parcial también aumenta la actividad de flexores produciendo dedos en martillo, riesgo fracturas de estrés, y en pacientes con pie diabético aumenta el riesgo de úlceras en la cabeza de los metatarsos²¹⁴. League et al en 2008²⁰⁵ confirmaron que todos los estudios revisados no aportaron evidencia suficiente para el uso de las técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la FP.

Según Riddle y Schappert¹⁰, cuando el abordaje conservador falla, la fasciotomía proximal parcial es el abordaje quirúrgico comúnmente elegido, a pesar de que las tasas de éxito de la liberación de la fascia por cirugía son variables. En esta línea encontramos el trabajo de Gibbons et al²¹⁵, donde se arrojan datos dispares, donde, por una parte, el 73% de los pacientes que fueron sometidos a una fasciotomía indicaron que estaban satisfechos con su sintomatología postoperatoria y el 74% de ellos se sometería de nuevo a una intervención similar; pero, por otra parte, el 44% de los individuos continuaba teniendo las mismas quejas.

Para Monteagudo et al²¹⁶, la liberación proximal del gemelo medial se ha convertido en la cirugía de elección en la FP recalcitrante; ya que obtuvieron mejores resultados que aplicando una fasciotomía convencional, con menor morbilidad y una mejor satisfacción de los pacientes. En los últimos años, otros autores han estudiado esta opción de abordaje quirúrgico de la lesión y la sección a nivel de los gastrocnemios resultó ser una intervención segura y eficaz en el tratamiento de la FP crónica en una muestra de pacientes con sobrepeso u obesos, en los cuales el tratamiento conservador no obtuvo resultados durante 6 meses²¹⁷. El alargamiento gemelar, consiguió una mejora estadísticamente significativa en cuanto al dolor y la funcionalidad del pie en la muestra de estudio²¹⁷. Molund et al²¹⁸ concluyeron que la liberación mediante la sección proximal del gemelo medial junto con un programa de estiramientos postoperatorios es un método de tratamiento seguro y eficiente para tratar la fascitis plantar crónica, al ser comparado con un grupo que simplemente realizaba un protocolo de estiramientos.

En el año 2016, Cottom et al²¹⁹, propusieron el desbridamiento endoscópico, operación a través de la cual, consiguieron desbridar el tejido inflamatorio localizado alrededor de la fascia y la propia fascia plantar. Presentaron esta técnica como una técnica mínimamente invasiva, que permitía visualizar la fascia plantar y mantener su integridad²¹⁹. En su estudio realizado en 46 pacientes con FP crónica, cuyo tratamiento conservador fracasó, demostraron la efectividad de la técnica en cuanto a dolor y funcionalidad del pie, según el Índice de Función del Pie (Foot Function Index) y la Sociedad Americana Ortopédica de Pie y Tobillo (American Orthopaedic Foot and Ankle Society)²¹⁹.

2.7.3. Importancia de los ejercicios de estiramiento

Las intervenciones terapéuticas mediante estiramientos son frecuentemente utilizadas en Fisioterapia como tratamiento conservador del dolor de la fascia plantar^{44,45}. Diversas RS investigando la eficacia del tratamiento conservador para la FP han sido publicadas antes del año 2011^{9,26,93}, sin embargo, ninguna de ellas se había centrado especialmente en los estiramientos. Ante la necesidad de una rigurosa RS, especialmente enfocada en la efectividad del estiramiento manual como tratamiento de la FP, en ese mismo año, Sweeting et al¹⁶³, elaboraron una revisión con el objetivo principal de evaluar la efectividad del estiramiento comparado con la ausencia de tratamiento, u otros tratamientos conservadores, en el dolor y la función de individuos con FP. Identificar qué tipo de estiramiento era el más efectivo en la reducción del dolor y el incremento de la funcionalidad, fue el objetivo secundario de esta RS¹⁶³. Los resultados de su revisión demostraron que los pacientes con FP que realizaron ejercicios de estiramiento tendieron, con el paso del tiempo a mejorar su dolor, así como también la función. Sin embargo, cuando los estiramientos son comparados con otras intervenciones, incluyendo un falso tratamiento, no fueron observados beneficios estadísticamente significativos. En comparación con la no intervención, un estudio realizado por Hyland et al²²⁰, demostró que el estiramiento fue más efectivo que otras intervenciones (placebo, no tratamiento y vendaje) con significancia estadística a la hora de reducir el dolor, aunque dicha significancia es debatible¹⁶³. Radford et al²²¹, emplearon un programa de estiramientos realizados durante 2 semanas, con el que no obtuvieron beneficios estadísticamente significativos, ni en cuanto al dolor a los primeros pasos, ni en cuanto al dolor del pie en general, como tampoco en la función, ni en los parámetros de salud general del pie.

Dicha observación fue así al compararlo con el grupo control, el cual únicamente recibió un tratamiento a base de ultrasonidos²²¹. Basándose en estos resultados, dichos autores optaron por no recomendar para la FP un protocolo de estiramientos como el aplicado en su ensayo²²¹. Di Giovanni et al²²² compararon diferentes técnicas de estiramiento, y encontraron que el estiramiento de la fascia plantar en descarga, era significativamente más efectivo que un estiramiento para el tendón de Aquiles soportando el peso corporal. El estiramiento de la fascia plantar, consiguió reducir en mayor medida que el estiramiento del tendón de Aquiles, alguno, pero no todos los aspectos del dolor a las 8 semanas de seguimiento.

El número relativamente pequeño de participantes evaluados en la mayoría de los estudios analizados podría haber influido en los resultados de la RS de Sweeting et al¹⁶³, a la que antes nos hemos referido. Aunque hubo tendencia a una mejoría en los participantes sometidos a ejercicios de estiramientos, sólo uno de los estudios analizados, realizado por Hyland et al²²⁰, mostró una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de los estiramientos y el GC. De ahí que Sweeting et al¹⁶³, a los que nos estamos refiriendo, recomienden que, en futuros estudios, la muestra sea especificada y adecuadamente calculada.

El único estudio que demostró que existía una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental (GE) y el control usó la EVA, para medir el dolor durante los primeros pasos de la mañana²²⁰. Estos autores obtuvieron en dicho grupo de una mejora de 1,7 en una escala de 0 a 10²²⁰. En relación con este dato, una investigación del 2010²²³ se llevó a cabo evaluando mediante una escala similar, y la diferencia mínima importante que fue establecida en la puntuación descrita por un paciente con FP para percibir los beneficios del tratamiento, fue de 19 mm en una escala de 100 mm. Por dicho motivo, y como ya se ha citado anteriormente, Sweeting et al¹⁶³, cuestionan la significancia clínica de las mejoras resultantes del estudio de Hyland et al²²⁰.

En los trabajos analizados por Sweeting et al¹⁶³, el tiempo de seguimiento de los pacientes varía desde 1 semana²²⁰ hasta 4 meses²²⁴. En la opinión de estos autores¹⁶³, esto tiene una influencia potencial, tanto en los resultados obtenidos como también en las tasas de abandono de los estudios; lo que puede estar reflejado en el

hecho de que el estudio con el periodo de seguimiento más corto²²⁰, fue el único que aportó una mejoría estadísticamente significativa del estiramiento con respecto a un GC o a otras intervenciones, experimentando una tasa de abandonos del 2%. En cambio, comparativamente, los estudios con mayor tiempo de seguimiento^{224,225}, no obtuvieron beneficios estadísticamente significativos, y registraron una tasa de abandono del 21% y 24% respectivamente.

La estructura anatómica que era sometida a estiramiento también fue objeto de estudio por parte de algunos autores dada la posible influencia que ello pudiera tener en la efectividad de la técnica¹⁶³. Di Giovanni et al²²² compararon dos técnicas diferentes (un estiramiento de la fascia plantar, y otro del tendón de Aquiles), observando una reducción significativa en el dolor a las 8 semanas, en su peor puntuación ($p=0,003$) y en los primeros pasos de la mañana ($p=0,01$) en el grupo que ejecutó los estiramientos sobre la fascia plantar, frente al que centró el estiramiento en el tendón de Aquiles. El único estudio²²⁰ que mostró la mejoría estadísticamente significativa del GE sobre el GC, usó una combinación entre un estiramiento de la fascia plantar y de la musculatura del complejo GSL. A su vez, en el año 2007, Radford et al²²¹ no encontraron ningún beneficio sobre el GC al realizar el estiramiento únicamente aplicado en el tendón de Aquiles. Para Sweeting et al¹⁶³ estos resultados al menos sugieren que el estiramiento de la fascia plantar es más efectivo que el estiramiento del tendón de Aquiles de forma aislada. En el año 2017, Engkananuwat et al²²⁶, diseñaron un estudio para demostrar la efectividad del estiramiento simultáneo de la fascia plantar y el tendón de Aquiles en pacientes con fascitis plantar, frente a un GC en el que la intervención aplicada fue el estiramiento del Aquiles solamente. Después de una intervención de 4 semanas, los pacientes del GE mostraron una mejora estadísticamente significativa en el umbral del dolor a la presión, al ser comparados con el GC, pero no existieron diferencias en el resto de variables registradas²²⁶. El 14,56% de los individuos del GE obtuvieron un alivio completo de la sintomatología tras las 4 semanas de intervención, frente al 7,28% en el GC, por lo que los autores concluyeron que el protocolo de estiramientos simultáneos de la fascia plantar y el tendón de Aquiles fue una intervención más efectiva para la fascitis plantar, que el estiramiento del tendón de Aquiles solamente²²⁶.

En cuanto a la frecuencia en la realización de los de estiramientos en las técnicas aplicadas existe una amplia variación, ya que Hyland et al²²⁰ hicieron el

menor número de estiramientos (2 sesiones a la semana, con 3 repeticiones de 30 segundos cada sesión). Otros estudios^{221,222,224,225}, también demuestran alguna mejoría, aunque no estadísticamente significativa, en el dolor comparado a una intervención alternativa. La duración de la mayoría de los estiramientos en dichos estudios oscila entre los 10 y los 30 segundos, aunque en un caso alcanza los 3 minutos; con una frecuencia de 3 a 10 repeticiones, 2 o 3 veces diarias. Por lo tanto, la evidencia disponible no permite ninguna conclusión en firme en relación con la frecuencia óptima en la realización de los estiramientos como terapia¹⁶³.

La posición en la que el estiramiento fue realizado tampoco fue similar en todos los estudios que hemos analizado. Así, por ejemplo, los participantes en el estudio realizado por Radford et al²²¹, se les realizaron los estiramientos en posición de carga, manteniendo una posición en la que dichos sujetos habían de soportar el peso corporal, mientras que en el estudio realizado por Hyland et al²²⁰ se realizó la técnica con los pacientes en descarga. Incluso Di Giovanni et al²²² diferenciaron un grupo en el que se realizaron estiramientos en carga con otro en el que estos se realizaban en descarga. En este último estudio, estos mismos autores, a pesar de que observaron mejorías significativas en el grupo de pacientes que realizó los estiramientos en carga, concluyeron que un programa de ejercicios de estiramientos realizados en descarga y específico para la fascia plantar, era superior a uno en los que dichos estiramientos fueran realizados en carga y centrados sobre el tendón de Aquiles. Con respecto al tratamiento de los síntomas de la FP proximal, Sweeting et al¹⁶³ opinan, que el hecho de que este grupo de autores diferenciase entre dos estructuras anatómicas (fascia plantar y tendón de Aquiles), limita cualquier conclusión al respecto, por lo que parece que no se pueden establecer conclusiones claras sobre cuál tendría que ser la duración de los estiramientos o el posicionamiento del paciente, para ser aquellos más efectivos terapéuticamente. Algo parecido sucede cuando se analiza, en los diferentes estudios el número de repeticiones a realizar. Así, estas van desde las 210 repeticiones realizadas por semana²²² hasta las 6 repeticiones semanales²²⁰. Por último, cabe señalar que en 4 estudios^{221,222,224,225}, los participantes se realizaron los estiramientos así mismos (autoestiramientos), y en los otros 2, los estiramientos fueron siempre aplicados por el terapeuta^{220,227}.

Silvester et al²²⁸, consideran que la relación entre el acortamiento del tríceps sural, la fasciopatía plantar y el alineamiento del miembro inferior es un aspecto

importante para los terapeutas para comprender si están dando una correcta pauta y, por lo tanto, la mejor de las opciones terapéuticas a los pacientes. En primer lugar, un alineamiento incorrecto implicaría un impedimento para alcanzar la longitud y el estiramiento máximos de la musculatura; en segundo lugar, para evitar el riesgo de un mayor estrés sobre la fascia plantar al aumentar la pronación y en consecuencia, el aplanamiento del ALI²²⁸.

En lo que a la funcionalidad del pie se refiere, un ensayo clínico del año 2010²²⁹ muestra una mejoría significativa a los 2 y 4 meses de seguimiento ($p < 0,002$), en los valores del Foot Function Index cuando compara una intervención con estiramiento específico de la fascia plantar con un tratamiento mediante ondas de choque; si bien a los 15 meses no se encontraron diferencias entre ambos grupos.

A la vista de todos estos resultados, la recomendación de una revisión del 2014 realizada por Martin et al⁴⁵ para las guías de práctica clínica en el dolor del talón y de la FP, sugiere a los terapeutas el empleo del estiramiento analítico de la fascia plantar y del complejo GSL para así proporcionar alivio de ambas situaciones (dolor talar y/o FP) a corto plazo (1 semana a 4 meses).

Bolívar et al²³⁰ en su estudio sobre la relación entre la tensión de la musculatura posterior de la extremidad inferior y la FP, sugieren que una aplicación práctica de dicho estudio para los terapeutas podría ser la de incluir el examen del tríceps sural y de los músculos isquiotibiales en los protocolos de valoración de pacientes con FP, así como también la recomendación de realizar ejercicios de estiramiento de estos grupos musculares como parte de la terapia.

2.7.4. Nuevas vías de tratamiento

En la actualidad, el cambio de concepto de “fascitis” a “fasciosis” ha producido el abordaje de la patología mediante nuevas vías de tratamiento, como pueden ser el tratamiento con toxina botulínica, donde Babcock et al¹⁰³ obtienen resultados significativos sobre el dolor y la función general del pie a las 3 semanas de

tratamiento, o la radiofrecuencia por microtenotomía que como obtuvo Weil et al en 2008¹⁰⁶ aumenta la respuesta antiinflamatoria y promueve la formación de nuevos vasos sanguíneos, demostrando que puede ser una técnica viable en la fascitis plantar crónica. Anoze²³¹ usó como nueva vía de tratamiento de la FP una infiltración mediante interferón ALPHA-2b obteniendo un 92% de pacientes asintomáticos en 6 semanas y un 96,8% a las 12 semanas.

En las últimas décadas se ha comenzado a utilizar las propiedades de la concentración autóloga plaquetaria (CAP) mediante infiltración como opción de tratamiento^{232,233}. La popularidad de la CAP ha crecido por su promesa como alternativa natural y segura a la cirugía^{232,233}. Se basa en una terapia orgánica que promueve la recuperación a través de los propios factores de crecimiento (FC) de cada individuo y está definida como el aumento de la fracción plasmática de sangre autóloga^{232,233}. Promovida por primera vez por Ferrari en 1987²³⁴, hoy en día es una práctica muy extendida en una gran variedad de áreas científico-sanitarias desde la cirugía, oftalmología, cosmética, urología, entre otras^{235,236}, y por supuesto en rehabilitación²³⁷⁻²⁴⁰.

El beneficio de la CAP consiste en revertir el ratio sanguíneo disminuyendo los glóbulos rojos al 5%, que son menos importantes en el proceso de curación y aumentar las plaquetas al 94% para estimular y acelerar la recuperación²⁴¹. Los estudios sugieren que las plaquetas contienen una gran cantidad de FC y citoquinas que pueden actuar frente a la inflamación, pérdida de sangre postquirúrgica, infecciones, osteogénesis, cicatrización, microrroturas y recuperación de tejido blando²³⁷. Afirman que la CAP incluso puede liberar proteínas activas responsables de atraer a macrófagos, células mesenquimales y osteoblastos que no solo promueven la eliminación del tejido necrótico o degenerado sino la estimulación para la regeneración tisular y la curación²³⁷.

2.8 LA PUNCIÓN SECA

Dentro de las nuevas herramientas de abordaje de la FP se encuentra la punción seca (PS), que consiste en provocar un estímulo mecánico por medio de una aguja, como agente físico, para el tratamiento del síndrome del dolor miofascial (SDM). Se utiliza el adjetivo “seca” para ser fieles al término original en inglés (dry

needling) y para resaltar el hecho de que, a través de la aguja, no se infiltra ningún agente químico, de esa manera, la PS se distingue de otras técnicas invasivas en las que se infiltra alguna sustancia, como, por ejemplo: anestésicos locales, agua estéril, suero salino isotónico, AINES o toxina botulínica²⁴². En 1984 se publicó una RS sobre este tema, en la que se concluye que todas las modalidades de punción utilizadas, como por ejemplo la PS, o bien la infiltración de suero salino o esteroides, son igualmente eficaces, sin que ninguna de ellas muestre una superioridad definida con respecto a las otras. Los autores terminaron por concluir que la naturaleza de la sustancia inyectada no influye en el resultado, y que la infiltración de sustancias por medio de una aguja no es superior al uso de la aguja en sí misma (PS)²⁴³.

Si bien es cierto que la PS es un tratamiento eficaz para reducir el dolor, factores como el hecho de que el dolor en cuestión sea de alta intensidad, larga evolución, que imposibilite o dificulte el reposo nocturno, o que quien lo padece esté sometido a estrés de forma repetida, están asociados con malos resultados del tratamiento; por lo que el resultado del tratamiento no sólo depende del protocolo PS, sino que también de las características de la enfermedad y del perfil del paciente²⁴⁴.

La PS es cada vez más empleada por los fisioterapeutas^{245,246} para el tratamiento de procesos dolorosos cervicales²⁴⁷⁻²⁵³, de hombro^{248,249,251-256}, articulación temporo-mandibular²⁵⁷, de rodilla^{258,259}, de la parte posterior del muslo y musculatura glútea^{260,261}, así como de la columna lumbar²⁶²⁻²⁶⁶. A pesar de la amplia aceptación y aplicación, algunos autores todavía indican la necesidad de que la principal evidencia existe en estudio a corto plazo, por lo que es necesario seguir investigando para obtener resultados a largo plazo, con estudios de mayor calidad metodológica y que ejecuten protocolos estandarizados en los casos en los que la PS sea la herramienta de elección²⁶⁷.

Aunque el tratamiento de los puntos gatillo miofasciales (PGM) con PS en la FP está comenzando a utilizarse cada vez más, hasta el año 2001 solo existían 2 estudios^{198,268} que hubieran investigado la efectividad de dicha intervención en esta patología. Tillu y Gupta¹⁹⁸ encontraron una mejora significativa en el dolor talar de sus pacientes ($p=0.047$), medida con la EVA tras haber aplicado un tratamiento de 4 semanas con acupuntura, seguido de 2 semanas de PS (a razón de una sesión semanal), aplicada en regiones de la pantorrilla y del talón. Perez-Millan y Foster²⁶⁸ también demostraron una disminución significativa ($p<0.001$) del dolor tras 6 semanas de tratamiento (una sesión por semana) con acupuntura y PS en el talón y el arco

plantar. Más tarde, en una RS del año 2010, Cotchett et al²⁶⁹, aseguraron que la metodología de estos estudios era pobre y que por lo tanto los resultados del tratamiento de los PGM allí existentes estaban sobrestimados. Entre las limitaciones de dichos estudios destacaban que ambos carecen de GC, que no había evidencia de que los evaluadores de los resultados estuviesen cegados y que no detallaban los criterios diagnósticos de los PGM, así como tampoco la localización específica de los PGM a tratar²⁶⁹. En vista de las limitaciones de los 2 estudios citados^{198,268}, Cotchett et al²⁷⁰ desarrollaron un estudio Delphi como paso previo a elaborar un diseño para un ensayo clínico²⁷¹ capaz de evaluar la efectividad de la PS en la FP. Según este grupo de investigadores, los PGM serán identificados utilizando una lista de criterios esenciales, así como también una lista de observaciones que ayudarán a confirmar la presencia de los PGM²⁷². Dicho grupo también sostiene que la palpación plana o en pinza podría ser usada para localizar los PGM dependiendo del músculo a valorar²⁷³. Para su tratamiento, una de las técnicas más empleadas es la técnica de Hong²⁷⁴, consistente en introducir la aguja y realizar movimientos rápidos de entrada y salida de ésta, para así conseguir una respuesta de espasmo local (REL)^{242,274}. De esta manera, en el momento en el que se produce la REL, la aguja no está insertada en la fibra muscular, sino que lo está en el tejido celular subcutáneo, debido a la realización de la técnica con entrada y salida rápida de la aguja en el PGM²⁷⁴. La técnica se ejecuta hasta ver desaparecer la REL²⁷⁴.

Cotchett et al²⁷⁵ publicaron en el año 2014 su ensayo clínico sobre los efectos de una intervención con PS comparada con una de PS simulada en los síntomas y la discapacidad asociados con dolor plantar del talón. Hubo un efecto significativo en la disminución del dolor y la mejora de la puntuación del Foot Health Status Questionnaire (FHSQ) con el tiempo en el estudio, pero la diferencia entre los grupos fue significativa sólo a las 6 semanas de seguimiento, en ningún otro momento de medición²⁷⁵. Eventos adversos se observaron en aproximadamente un tercio de los pacientes en el grupo de PS²⁷⁵. Estos fueron menores y de naturaleza transitoria, incluyendo dolor inmediato por la inserción de la aguja, aumento de sintomatología plantar en el talón, y la posterior contusión²⁷⁵.

2.8.1. Comparación de la punción seca con otras terapias en la fasciosis plantar

La PS ha sido comparada con otras terapias en el tratamiento de la FP en diferentes estudios^{208,276,277}.

En el año 2018, Rastegar et al²⁷⁶ realizaron un ECA a simple ciego con el objetivo de evaluar la efectividad de la PS frente a la inyección esteroidea (acetato de metilprednisolona) para la FP. Ambos abordajes fueron realizados en el aspecto medial de la almohadilla del talón, a través del punto de más sensibilidad, y el dolor fue registrado antes de iniciar el tratamiento, a las 3 y 6 semanas, a los 3 y 6 meses, y al año²⁷⁶. La infiltración resultó ser más efectiva a corto plazo para reducir el dolor en la FP que la PS ($p<0,001$). A largo plazo (6 meses y 1 año) la PS logró mayor efectividad, al tiempo que la curva de dolor en los pacientes infiltrados empezó a invertirse ligeramente, hasta que incluso 1 año después del tratamiento, obtuvo una mejora estadísticamente significativa ($p=0,004$) respecto al grupo de la infiltración²⁷⁶. Los investigadores recomiendan que, aunque la disminución del dolor en los pacientes del grupo PS fue más gradual, a largo plazo tuvo mejores efectos, por lo que ambas herramientas deben ser tomadas en consideración en función de las características clínicas que presenten los pacientes²⁷⁶.

El meta-análisis de Li et al²⁰⁸ comparó 8 tratamientos de FP entre los que se incluía la PS, junto con las ondas de choque, el plasma rico en plaquetas, infiltraciones de corticoesteroides, toxina botulínica, ultrasonidos, AINES y la sangre autóloga completa. De las 8 terapias, solo las ondas de choque fueron mejores que el efecto placebo en cuanto al dolor en el primer mes²⁰⁸. De entre los ECA de los que se pudo extraer datos del dolor a los 2 meses (ninguno de los estudios de PS incluidos en el estudio, ofrecían datos a los 2 meses), el comportamiento entre pares fue similar a lo observado en el primer mes, puesto que las ondas de choque siguieron mostrando mayor eficiencia, seguidas del plasma rico en plaquetas, pero esta vez no hubo diferencias estadísticamente significativas²⁰⁸. En las comparaciones hechas a los 3 meses, existieron diferencias estadísticamente significativas en las ondas de choque y las infiltraciones de corticoesteroides²⁰⁸. Tampoco se pudo comparar la PS en el intervalo de 6 meses, porque no existieron datos en ese momento entre los estudios seleccionados de PS²⁰⁸. Se concluyó por tanto que la PS podría tener un buen efecto a corto plazo, pero carecía de efectividad demostrada en el largo plazo²⁰⁸.

En los últimos años, también ha surgido un ECA multicéntrico en pacientes con FP²⁷⁷, cuyo objetivo principal fue comparar los efectos de añadir electro punción seca (EPS) en un programa de terapia manual, ejercicios y ultrasonidos, en el dolor a los primeros pasos de la mañana. Para lograrlo, se comparó la intervención con un GC que recibió el mismo, pero sin la EPS²⁷⁷. Las 8 agujas del protocolo de EPS fueron situadas en la inserción de la fascia plantar cerca del tubérculo medial del calcáneo y en otras localizaciones del pie y la pierna como PGM y puntos en los que el paciente señalaba especial sensibilidad en el pie, y 1 punto en el gemelo interno²⁷⁷. Se reportó una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre grupos en los 3 periodos de medición post intervención (1 semana después de haber iniciado la participación en el ECA, 4 semanas y tras 3 meses)²⁷⁷. Como objetivos secundarios se valoró el dolor en reposo, el dolor durante la actividad, la funcionalidad, la discapacidad y la calidad de vida relacionadas con la salud del pie, y la ingesta de medicamentos; obteniendo en todos ellos, mejoras significativas para el grupo que fue tratado añadiendo EPS²⁷⁷.

2.9 LOS PUNTOS GATILLO MIOFASCIALES, DOLOR MIOFASCIAL Y PUNCIÓN SECA

El SDM se define como el conjunto de síntomas y signos provocados por un PGM²⁷⁸, que consiste en un trastorno inflamatorio que se manifiesta por dolor localizado, rigidez y cuya característica primordial es la presencia de PGM²⁴². En la actualidad, existen opiniones que indican que todavía no se ha podido certificar si el SDM es debido a los PGM o si, por el contrario, es una condición de dolor independiente, y para el diagnóstico del SDM se deben contemplar otros síntomas²⁷⁹.

A su vez, el PGM es un nódulo hiperirritable de dolor focalizado a la presión e irradiado a lo largo de una banda tensa palpable, de un músculo esquelético²⁴². En dicho foco se produce un dolor exquisito a la palpación, pudiéndose provocar a su vez, una REL cuando es adecuadamente estimulado²⁴². El tipo de dolor que se provoca es un dolor referido a distancia y que puede además causar trastornos motores y autonómicos distantes²⁴².

Los PGM son clasificados en PGM activos y PGM latentes²⁴². Los PGM activos se caracterizan por la presencia de dolor clínico y sensibilidad constante²⁴². A nivel diagnóstico, los PGM activos implican el dolor referido y reconocido por el paciente tras la compresión y la provocación de una REL cuando esas fibras musculares son estimuladas²⁴². Cuando se comprime dentro del nivel de tolerancia del dolor de los pacientes, los PGM activos producen los efectos motores descritos y a menudo hiperactividad simpática, generalmente en la zona de referencia del dolor, provocando la sensibilización de la misma²⁴². Los datos de los que se dispone en los últimos tiempos coinciden en la asociación de los PGM activos con una alta carga de la sintomatología y un impacto negativo en la función, física y psicosocial²⁸⁰. Por contra, los PGM latentes son clínicamente inactivos y sólo resultan dolorosos cuando son palpados; con la excepción de dolor espontáneo, un PGM latente se puede presentar con todas las características clínicas de un PGM activo²⁸¹. En resumen, un PGM activo produce dolor y dolor espontáneo en respuesta al movimiento, el estiramiento o la compresión, mientras que un PGM latente es un punto sensitivo con dolor o malestar como respuesta a la compresión exclusivamente^{282,283}.

Uno de los objetivos de estudio Delphi de Fernández de las Peñas y Dommerholt²⁷⁹ fue conseguir un consenso internacional acerca de lo que era un PGM activo y un PGM latente, y clarificar las repercusiones clínicas que esto tuviera. La evidencia científica^{284,285} acepta universalmente la diferencia clínica entre PGM activo y latente, y la mayoría de panelistas (84%) respondieron que la diferencia clínica reseñable es el reconocimiento del dolor por parte del paciente²⁷⁹. Para los autores, este aspecto no puede ser considerado en los PGM latentes, ya que el reconocimiento del dolor solo es posible en un PGM activo²⁷⁹. De acuerdo con los resultados de este estudio, los PGM activos deben definirse como PGM que al ser estimulados reproducen cualquier síntoma experimentado por el paciente, ya sea parcial o completamente, por lo que es una experiencia que al paciente le resulta familiar, aunque no esté presente en el momento del examen, mientras que los PGM latentes se pueden definir como PGM que, tras la estimulación, no reproducen ningún síntoma experimentado por un sujeto (sintomático o asintomático) y el sujeto no reconoce el síntoma provocado como familiar²⁷⁹. Por último, el dolor irradiado solo fue considerado por el 30% de los expertos como un criterio esencial para el diagnóstico de los PGM latentes²⁷⁹.

2.9.1. Diagnóstico de los Puntos Gatillo Miofasciales

En la literatura científica aparecen diversos criterios para identificar un PGM^{286,287}. Una encuesta reciente encontró que los miembros de la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor y la Academia Americana de Medicina del Dolor (International Association for the Study of Pain and the American Academy of Pain Medicine) consideraron que los componentes diagnósticos esenciales de PGM incluían puntos hipersensibles que causan dolor local y que recrean los síntomas cuando se palpan²⁸⁸. Por eso Fernández de las Peñas y Dommerholt²⁷⁹ elaboraron el estudio Delphi, que se ha citado anteriormente, con 60 panelistas de 12 nacionalidades, expertos en PGM y SDM, cuyo objetivo principal fue lograr un consenso internacional para establecer los criterios necesarios para el diagnóstico de un PGM. El consenso alcanzado por los expertos incluía 3 criterios diagnósticos: una banda tensa, un punto hipersensible y dolor referido; siendo necesaria la presencia de al menos 2 de estos puntos para establecer el hallazgo²⁷⁹.

Dentro de estos criterios no fue incluida la REL²⁷⁹. Investigadores como Perreault et al²⁸⁹, también sostienen que a pesar de que la obtención de las REL cuando un paciente es tratado con PS en los PGM para el manejo del SDM es una técnica comúnmente empleada, cuenta hasta la fecha con una correlación deficiente a corto plazo para los resultados de dolor en pacientes con patología cervical, lumbar o de hombro, independientemente de que se provoque una o varias REL al manipular la aguja. En su estudio remarcan que no existen trabajos con datos de resultados a largo plazo que hayan investigado el efecto o la necesidad de la REL durante la PS o la acupuntura en pacientes con SDM o cualquier trastorno músculo-esquelético²⁸⁹. Sin embargo, los beneficios de la manipulación de la aguja a través de la rotación de la aguja o el enrollamiento del tejido conectivo, en lugar de las punciones repetidas directamente en PGM, están bien respaldados en la literatura²⁸⁹. Además, el número de inserciones de agujas parece correlacionarse positivamente con los niveles de dolor post punción, con niveles aumentados de inflamación dentro de las fibras musculares y lesiones mecánicas en o cerca de la unión neuromuscular²⁸⁹. Sí que se ha demostrado que la PS de los PGM que utilizan rotación de aguja (unidireccional o bidireccional) junto con las técnicas manuales de PGM provocan respuestas neurofisiológicas que pueden alterar positivamente el estado del PGM y reducir el dolor sin la necesidad de una REL²⁸⁹. Por lo tanto, en opinión de los autores, la REL

durante la PS parece innecesaria y puede no ser necesaria para controlar el dolor miofascial y puede no estar relacionada con muchos de los efectos positivos de la PS; sin embargo, se requiere más investigación²⁸⁹.

Lo relativo al dolor referido fue un tema controvertido entre los panelistas, y el 78,5% de ellos estuvieron de acuerdo en que el dolor referido producido por un PGM podría suponer diferentes percepciones sensoriales y no solo dolor²⁷⁹. Para más del 50% de ellos, varias sensaciones fueron representativas de dolor referido: dolor que se extendía a un área distante, dolor profundo, dolor sordo, hormigueo y dolor ardiente²⁷⁹.

La mayoría de los expertos respondieron que no aguardaban un patrón predefinido de dolor irradiado para cada músculo de manera específica, tal y como se relata en la bibliografía científica, por lo que, de acuerdo con esos resultados, los autores sugieren que "sensación referida" podría representar un término mejor que "dolor referido" para describir el fenómeno sensorial resultante de la estimulación manual de un PGM²⁷⁹. Otro tema importante que se debatió fue la presencia de dolor referido, o sensación referida, como criterio para confirmar la presencia de un PGM, puesto que esta posibilidad solo fue compartida por la mitad de los consultados, lo que supone que la otra mitad no estuvo de acuerdo con esta situación²⁷⁹. Como ya se ha comentado, el debate adquiere especial relevancia cuando se distingue entre un PGM activo o latente, y ante la posibilidad de provocar dolor durante el examen manual de musculatura profunda²⁷⁹.

Este estudio Delphi internacional produjo criterios diagnósticos estandarizados basados en expertos para los PGM y la discusión de varios componentes clínicos, proporcionando así una base para futuras investigaciones en SDM²⁷⁹. Como conclusión, los autores propusieron que al menos 2 de los siguientes criterios debían estar presentes para el diagnóstico de un PGM: una banda tensa, un punto hipersensible y dolor referido²⁷⁹. El dolor irradiado de un PGM puede incluir diferentes sensaciones, como, dolor que se expande a un área distante, dolor profundo, dolor sordo, estremecimiento o ardor²⁷⁹. Por lo tanto, el término "sensación referida" ha sido propuesto²⁷⁹. Finalmente, la distinción entre PGM activos y latentes debe basarse en la reproducción de los síntomas del paciente y no solo en la presencia de dolor

espontáneo, ya que algunos pacientes pueden estar sin dolor en el momento del examen²⁷⁹.

2.9.2. Patofisiología de los Puntos Gatillo Miofasciales

Para comprender los mecanismos subyacentes de la PS, es útil algún conocimiento de la patofisiología de los PGM, a pesar de que, hasta la fecha, su patogénesis y su patofisiología sigue siendo desconocida²⁸⁰.

La hipótesis más acreditada para explicar la formación de estos PGM, es la propuesta en un primer lugar por Simmons et al²⁹⁰ (sobre la que volveremos más adelante) y ampliada más adelante por Gerwin et al²⁹¹. En su opinión, la primera fase en la formación de los PGM consistía en el desarrollo de una banda tensa como consecuencia de un potencial anormal de la placa motora, causado por la excesiva liberación de acetilcolina en las proximidades del terminal de la placa motora^{290,292}. Con su estudio experimental en conejos, Fu et al²⁹³ mostraron que la irritabilidad de los PGM puede ser medida objetivamente con la prevalencia o amplitud de la actividad eléctrica espontánea que es registrada en la región. Esta hipótesis también argumenta que la liberación excesiva de acetilcolina provoca las contracturas mantenidas del sarcómero, que podrían conducir a isquemia local e hipoxia²⁹³. En consecuencia, son liberadas sustancias vasoactivas y algogénicas que podrían sensibilizar a los nociceptores periféricos (sensibilización periférica). Si se mantiene esta entrada de la señal nociceptiva, podría sensibilizar a las neuronas del asta dorsal de la médula (ADM) y estructuras supraespinales desembocando en hiperalgesia y alodinia, es decir, en dolor referido (sensibilización central)^{292,294–296}.

Los estudios de Shah et al^{284,297,298} representaron un avance innovador y sin precedentes hacia la comprensión e incorporación de los PGM en las principales corrientes de la medicina. Comúnmente, los autores decían que la etiología de los PGM era desconocida, y la hipótesis integrada²⁹⁹ personalizaba la explicación más creíble propuesta hasta la fecha, puesto que había ido ganando relevancia con el paso del tiempo desde que fue introducida en 1999³⁰⁰. La hipótesis tiene un eslabón débil en la conexión entre la “crisis de la energía” en las proximidades de la placa terminal

afectada y las sustancias histoquímicas nocivas que fueron propuestas para explicar el dolor asociado a los PGM activos, al estimular los nociceptores cercanos³⁰⁰. La hipótesis sostiene que una liberación excesiva de acetilcolina en el terminal de la placa motora mantiene la contractura del sarcómero, conduciendo a un aumento de las demandas metabólicas locales y a una compresión de la circulación del capilar³⁰⁰. Con esta reducción del flujo sanguíneo y la disminución de las fuentes de adenosín trifosfato, las fibras musculares se ven envueltas en una contractura sin la energía suficiente para devolver calcio al retículo sarcoplásmico y restablecer el potencial de la membrana³⁰⁰. Shah et al^{284,297,298} llenan con eficacia esa brecha y añaden una importante sustanciación de la hipótesis. En ambos estudios, se describe la más ingeniosa y técnicamente exigente técnica de muestreo del medio en el que se encuentran los PGM y lo que ello supone^{284,297,298}.

En el estudio del 2005²⁸⁴ se colocó una aguja en el trapecio superior, y se registró su relación antes, durante, y después de provocar una respuesta de espasmo local, obteniendo resultados espectaculares e inesperados sobre las características de los PGM, no conocidos hasta la fecha. En lugar de unos pocos productos químicos nocivos estimulando los nociceptores, casi todas las sustancias encontradas que ejercían ese efecto fueron encontradas en abundancia. Las cantidades de estas sustancias no sólo eran abundantes, sino que era muy significativa y considerablemente mayor en los PGM activos con respecto a los latentes²⁸⁴. Además, el medio era fuertemente ácido. Basándose en la historia clínica y el examen físico, los sujetos fueron distribuidos en 3 grupos: el primero sin dolor de cuello, ni PGM (normal); el segundo no presentaba dolor de cuello, pero sí PGM latentes (latente); y el tercero sufría dolor idiopático de cuello de menos de 3 meses de evolución y presencia de PGM (activo)²⁸⁴.

En general, para los 3 momentos en los que se hicieron las mediciones (2, 5 y 11 minutos después de la inserción de la aguja), las cantidades de bradiquinina, péptido relacionado con el gen de la calcitonina (PRGC), SP, interleuquina 1 β (IL-1 β), factor de necrosis tumoral α (TNF- α), serotonina y norepinefrina, fueron significativamente más altas en el grupo 3 que en los otros grupos ($p < 0,01$); al igual que el pH, que fue significativamente más bajo ($p < 0,03$)²⁸⁴. En el momento pico (5 minutos después de registrar los datos, se introdujo más la aguja hasta provocar el espasmo en los PGM latentes y en los activos), los valores máximos de PRGC y de

SP fueron significativamente menores en los 3 grupos (activo>latente>normal, $p<0,02$)²⁸⁴. En el grupo activo, los valores en el post (11 minutos después de la inserción de la aguja y 6 minutos después del avance de la aguja) del PRGC y de la SP fueron significativamente más bajos que en el pre (2 minutos después de la inserción) y que en el momento pico ($p<0,02$)²⁸⁴.

Fruto de estos resultados, este grupo de investigadores se planteó un nuevo estudio con los objetivos de determinar la reproducibilidad de los hallazgos previos de la bioquímica del medio de las sustancias asociadas con el dolor y la inflamación en los PGM activos en el trapecio superior; y comparar la similitud de los niveles obtenidos del análisis bioquímico del medio en este músculo en sujetos con PGM activos, latentes y sin PGM con estos niveles en un músculo remoto y no involucrado, como es el gemelo interno en su parte superior²⁹⁷.

Los 9 sujetos reclutados fueron distribuidos en los mismos 3 grupos que el estudio previo²⁸⁴, basándose también en la historia clínica y la exploración física. Ninguno de los participantes tenía PGM activos ni latentes en la región del gastrocnemio en la que la aguja fue insertada²⁹⁷. La instrumentación empleada fue la misma que describieron en su anterior trabajo, puesto que también se utilizó una técnica de microdiálisis para probar las sustancias presentes en el líquido intersticial, difundidas a través de la membrana semipermeable en la punta de una aguja hipodérmica de acero inoxidable de calibre 30^{284,301}. En esta ocasión, se añadió al estudio, el análisis de la interleuquina 6 (IL-6) y la interleuquina 8 (IL-8). Los niveles en las muestras se cuantificaron usando la electroforesis y la electrocromatografía, ambas técnicas conocidas para probar resultados fiables³⁰²⁻³⁰⁴.

Los sujetos completaron la EVA para documentar su percepción de la intensidad del dolor, y la presión del algómetro en el GB-21 en el trapecio superior y en el LV-7 en el gemelo interno³⁰⁵. GB-21 es un punto de acupuntura localizado en la región supraescapular, a medio camino entre la punta del acromion y la espinosa de la séptima vértebra cervical. LV-7 está localizado en la parte medial de la pierna, inferior al cóndilo medial de la tibia, en la porción superior del vientre medial del gemelo. Estos puntos fueron empleados para estandarizar los procedimientos en todos los individuos²⁹⁷.

A pesar de las limitaciones detalladas por sus autores, este estudio concluye que hay un medio bioquímico único de sustancias asociadas con el dolor y la inflamación en las proximidades de un PGM activo en el trapecio superior que incluye concentraciones elevadas de protones, SP, PRGC, bradiquinina, TNF- α , IL-1 β , IL-6, IL-8, serotonina y norepinefrina; ya que las concentraciones difieren cuantitativamente con respecto a las del punto remoto no involucrado, localizado en el gemelo interno²⁹⁷. Además, en comparación con los otros grupos, los sujetos con PGM activos en el trapecio tenían niveles elevados de mediadores inflamatorios, neuropéptidos, catecolaminas, y citoquinas en el músculo gastrocnemio²⁹⁷. Para los autores, esto sugiere que los aumentos de productos bioquímicos asociados con el dolor y la inflamación no pueden limitarse a áreas localizadas de PGM activos²⁹⁷.

2.9.3. Puntos Gatillo Miofasciales y técnicas de imagen

Otro estudio que presentó resultados innovadores y sin precedentes para el conocimiento de los PGM, fue el publicado por Chen et al en el año 2007³⁰⁶. Este estudio piloto intentó comprobar la viabilidad de usar una nueva técnica de imagen por RMN, la elastografía por resonancia magnética (ERM), para identificar y cuantificar la naturaleza de las bandas tensas miofasciales³⁰⁶. Este grupo de investigadores es el primero que se centra específicamente en el empleo de esta técnica en el dolor miofascial, puesto que los primeros estudios que emplearon esta técnica se dirigieron a tejido blando como el cáncer de mama^{307,308}. La ERM es un avance relativamente reciente en las imágenes por RMN que utiliza un contraste de fases para detectar la rigidez del tejido³⁰⁷. El proceso es, en teoría, bastante simple³⁰⁶. Se utiliza una fuente externa para introducir ondas de corte cíclicas en el tejido a estudiar y la formación de imágenes de contraste de fase se utiliza para la formación de la imagen gracias a las distorsiones de tejidos provocadas cuando las ondas pasan a través de la región de interés. Las longitudes de onda se determinan a partir de las imágenes y se utilizan para calcular la velocidad de las mismas³⁰⁶. El paso final consiste en reconocer que las ondas de corte viajan más rápidamente en los materiales más rígidos que en los de menor rigidez y que una vez que la velocidad de una onda ha sido determinada gracias a algoritmos de inversión^{307,308} se pueden utilizar para reconstruir el módulo de cizallamiento del tejido³⁰⁶.

En este estudio piloto participaron 2 mujeres. Una sin historia ni hallazgos de dolor miofascial, que sirvió como sujeto control; y otra con historia de dolor miofascial de 3 años, que fue sometida a examen y confirmación diagnóstica por un terapeuta experto, marcando la localización de la banda tensa en el trapecio superior derecho³⁰⁶. Los resultados revelaron la presencia de patrones de ondas de corte con forma de V en el espectro y como se esperaba, una velocidad de cizalla de las ondas más alta en las regiones rígidas³⁰⁶. También se observó que la ubicación la banda tensa según el examen médico, coincidió con la de la imagen por ERM³⁰⁶. De ahí que, para los autores, los hallazgos de este estudio tienen importancia en cuanto a apoyar la idea de que las imágenes de la ERM son capaces de cuantificar fisiopatología muscular, cuya existencia era previamente sólo aparente en la exploración física³⁰⁶. Años después, los resultados preliminares de Sikdar et al³⁰⁹ muestran que, bajo las condiciones de su investigación, la ultrasonografía se puede utilizar para distinguir el tejido miofascial que contiene el PGM del tejido miofascial normal (sin PGM); apoyando la teoría de que esta técnica permite la visualización y alguna caracterización de los PGM y el tejido blando adyacente. A raíz de este estudio, fue publicado al año siguiente uno que se propuso investigar métodos cuantitativos, como las técnicas ecográficas, para la caracterización del medio en el que los PGM (activos y latentes) se encuentran en los tejidos blandos miofasciales en comparación con el tejido muscular normal, localizados mediante palpación²⁸⁵. Los autores encontraron que la ERM era un método eficaz para medir el tamaño del PGM y el tipo de sitio (normal, latente o activo)²⁸⁵. En su base a sus resultados, estos investigadores opinan que las técnicas ecográficas pueden jugar un papel en la identificación objetiva de los PGM, activos y latentes, suponiendo también unas medidas para el resultado después de la intervención terapéutica, y una mejor descripción del medio en el que se encuentran los PGM²⁸⁵.

La literatura científica sugiere varias intervenciones para tratar los PGM, y la PS entre ellas^{310,311}. Con los años, la PS se ha convertido en una popular técnica de tratamiento con terapia física, y los fisioterapeutas y otros profesionales de la salud en muchos países emplean PS en el manejo clínico de los pacientes con SDM y PGM. En EEUU, aproximadamente 20 estados y el Distrito de Columbia han aprobado PS por terapeutas físicos, que desde el 2004 experimenta un aumento espectacular, cuando sólo 4 estados aprobaban la PS^{278,312}. En el año 2009, puesto que las ventajas de la PS eran cada vez más recogidas en la bibliografía científica, la Academia de Terapeutas Físicos Ortopédicos Manuales (American Academy of Orthopaedic Manual

Physical Therapists) adoptó la posición de la que la PS estaba dentro del alcance de la terapia física manual²⁷³. Dichas ventajas incluyen la reducción inmediata del dolor local, referido y generalizado^{249–251,257,313–315}, la restauración de los RM^{249–251,257,315,316} y de los patrones de activación muscular^{257,316}, y la normalización del medio bioquímico en el que se encuentran los PGM activos²⁹⁷. Varios estudios han demostrado que médicos, fisioterapeutas y quiroprácticos expertos, puede alcanzar grados aceptables de fiabilidad inter e intra examinador^{317–320}.

Los mecanismos en cuanto a cómo la PS ejerce su efecto en los PGM no se entienden completamente y se proponen teorías mecánicas y neurofisiológicas³¹². Las teorías propuestas sobre los efectos mecánicos incluyen la destrucción de las contracturas, el estiramiento de las estructuras del citoesqueleto contracturadas, y la disminución de la superposición entre filamentos de actina y miosina³¹². Los potenciales efectos neurofisiológicos incluyen la disminución de los mediadores metabólicos, el incremento de la microcirculación, la disminución de las entradas de estímulos nociceptivos periféricos y la activación de sistemas centrales descendentes inhibidores del dolor^{311,321,322}.

2.10 FISIOLÓGÍA DEL DOLOR

Las sensaciones de dolor se originan principalmente en dos tipos de receptores del dolor: los nociceptores de bajo umbral que están conectados a las fibras Aδ, conductoras de alta velocidad, y nociceptores de alto umbral que transmiten impulsos a través de las fibras C amielínicas, más lentas. Las terminaciones centrales de estas fibras sensoriales entran en el Sistema Nervioso Central (SNC) a través del ADM, donde realizan la sinapsis con neuronas de la médula. Las neuronas de las láminas I superficial y V profunda, proyectan a lo largo del tracto espinotalámico hasta extensiones de centros supraespinales como el tálamo, el núcleo parabraquial y la amígdala, donde las señales de dolor son procesadas y enviadas a centros corticales superiores³²³.

2.10.1. Modulación periférica del dolor

La activación periférica de las fibras A δ y C es provocada por una serie de sustancias algogénicas como la SP, bradiquinina, histamina, PRGC, prostaglandina, IL-1 β , TNF- α , y el factor de crecimiento nervioso. Todos ellos pueden liberarse tras producirse daño celular, y algunos de ellos provocar la inflamación y la vasodilatación (SP e histamina)^{323,324}.

2.10.2. Modulación central del dolor

La sensación de dolor no es sólo la modulación durante su transmisión ascendente desde la periferia a la corteza cerebral, sino que también contempla la modulación de la médula y el control descendente desde los centros neurológicos más altos³¹¹. Un mecanismo importante en la modulación de la percepción del dolor es la inhibición segmentaria, que es la modificación de la “teoría de la puerta de entrada” o “gate control”, desarrollada y publicada por Melzack y Wall en 1965³¹¹. Esta hipótesis describe cómo la activación de las fibras A β puede causar una inhibición en la médula espinal mediante un bloqueo en la transmisión sináptica entre las fibras A δ y C con ADM, debido a la velocidad de transmisión más lenta que poseen estas fibras³²³. Otro posible mecanismo de modulación del dolor es a través del sistema opioide endógeno, gracias principalmente a los 3 principales grupos de péptidos opioides (β -endorfinas, encefalinas y dinorfinas) y sus receptores μ , δ y κ , distribuidos a lo largo de los terminales aferentes periféricos primarios y SNC³²³. Estos efectos analgésicos opioides surgen de su capacidad de inhibir directamente la transmisión ascendente de la información nociceptiva desde el ADM. También son capaces de activar circuitos de control del dolor que descienden de la sustancia gris periacueductal por la cara ventromedial de la médula hasta el ADM^{323,324}. Además de los opioides endógenos como neurotransmisores importantes para el sistema de control descendente del dolor, la serotonina, la noradrenalina y la dopamina, también juegan un papel importante en la modulación del dolor³²⁵.

2.10.3. Dolor crónico (sensibilización central)

En condiciones de dolor crónico, el equilibrio en la modulación del dolor puede verse afectado por el fallo en la inhibición del dolor y/o a una facilitación del mismo³¹¹. Esto puede conducir a la sensibilización central, implicando una alteración del procesamiento sensorial en el cerebro, incrementando la actividad espontánea de las neuronas del ADM, la disfuncionalidad de la analgesia endógena, el tamaño de los campos receptivos, la reducción de los umbrales, y el aumento de la actividad prolongada de las vías facilitadoras cerebrales, aumentando la actividad nociceptiva³²⁵⁻³²⁹. La sensibilización central resulta en hiperalgesia (sensibilidad nociceptiva aumentada) y alodinia (dolor ocasionado por estímulos que normalmente no son nocivos)^{324,329}.

Alteraciones del control inhibitorio nocivo difuso se han asociado con la sensibilización central en pacientes con dolor crónico³³⁰⁻³³². Actualmente, también se conoce con el nombre de “modulación condicionada del dolor” (MCD), constituyendo un paradigma que se produce cuando ante dos estímulos nocivos, el segundo de ellos se aplica en un lugar remoto, fuera del campo receptivo del primero³³⁰⁻³³². Este segundo estímulo nociceptivo (tal como calor, alta presión o estimulación eléctrica) será procesado por las neuronas del ADM, pudiendo conducir a la inhibición del primero³³⁰⁻³³². La sensibilización central también puede ser facilitada y mantenida por procesos supraespinales que implican cogniciones, la atención, las emociones y la motivación. Estos productos prosencéfalo pueden hacer una contribución significativa a la experiencia clínica del dolor y se conoce como sensibilización cognitiva emocional³³³⁻³³⁵.

2.11 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PUNCIÓN SECA

Para Cagnie et al³¹¹, a pesar de investigaciones emergentes, los mecanismos de acción exactos de la PS en la desactivación de los PGM todavía no han sido aclarados y la mayor parte de nuestro conocimiento actual sobre sus efectos fisiológicos sistémicos es derivado de la literatura científica sobre la acupuntura^{321,336,337}, pero si bien existen algunas similitudes, son más significativas e

importantes las diferencias entre ambas técnicas. No sólo en las filosofías subyacentes y los modelos de explicación, sino también en los detalles técnicos: la aplicación de más de una aguja, el movimiento de la aguja, la profundidad de inserción de la aguja, la cantidad y la fuerza de la estimulación y la obtención de una REL³¹¹. La REL es un reflejo espinal involuntario que resulta en una contracción localizada de las fibras musculares afectadas que están siendo estiradas manualmente, inyectados o estimuladas mediante PS³¹¹. Un estudio de Hong et al²⁷⁴ sugiere que la PS es más eficaz cuando se desata una REL. A su vez, los resultados clínicos de Ceccherelli et al³³⁸ demostraron que la estimulación profunda tenía un mejor efecto analgésico en comparación con la estimulación superficial. Itoh et al³³⁹ han comprobado este principio, concluyendo que la profundidad de penetración de la aguja es importante para el alivio del dolor muscular.

2.11.1. Efectos sobre la banda tensa

La investigación aún no ha demostrado una disyunción real del terminal de la placa motora, aunque en algún artículo científico se sugiere que probablemente la eficacia de la PS radique en esto, en la alteración mecánica de la integridad de la placa motora disfuncional³⁴⁰. Se ha demostrado que la PS puede influir en la actividad eléctrica espontánea mediante la obtención de una REL; puesto que tanto Chen et al³⁴¹ primero, como Hsieh et al³⁴² más adelante demostraron que la PS de un PGM puede suprimir la actividad eléctrica espontánea, cuando la REL es provocada. Estos investigadores sugieren que la inserción de una aguja en la zona de la placa terminal puede dar lugar a un aumento de las secreciones y que de este modo se reducen inmediatamente las reservas de acetilcolina disponibles, dando lugar a una menor actividad eléctrica espontánea^{341,342}. Otro posible mecanismo es el mencionado por Baldry³⁴³, que defiende que la REL causa alteraciones en la longitud y tensión de las fibras musculares y estimula mecanorreceptores como las fibras A β .

2.11.2. Efectos sobre el flujo sanguíneo

Tal y como se mencionó anteriormente, las contracturas mantenidas de las bandas musculares pueden causar isquemia local e hipoxia en los PGM³¹¹. Existen

estudios que han demostrado que la PS puede aumentar el flujo sanguíneo y la oxigenación a nivel muscular³⁴⁴. De todos los mecanismos que han sido propuestos para explicar la respuesta local del flujo sanguíneo muscular ante la estimulación de una aguja, la más plausible habla de la liberación de sustancias vasoactivas, como la SP y el PRGC que, tras la activación de las fibras Aδ y C, conducen a la vasodilatación en vasos pequeños y el incremento del flujo sanguíneo³⁴⁵. Existe una discrepancia en la literatura acerca de si este aumento del flujo sanguíneo se restringe al sitio de la punción o si la vasodilatación y el aumento en el flujo sanguíneo también se extienden más allá del sitio de estimulación (lo que algunos autores explican como “ver efectos remotos”)³¹¹. Llegados a este punto, aparecen algunos estudios que han observado efectos circulatorios remotos con la punción³⁴⁶; mientras que otros no apreciaron un aumento del flujo de sangre en sitios distantes de la punción^{344,347}. En un estudio reciente realizado en tejido muscular animal, se determinó el incremento en la producción del número de proteínas sensibles a la hipoxia, como el factor de crecimiento endotelial vascular (FCEV), la óxido nítrico sintasa (iNOS), y el factor 1α inducible por hipoxia (HIF-1α), en el bíceps femoral después de la estimulación mediante con aguja³⁴⁸. Estas proteínas pueden promover la angiogénesis, la vasodilatación y el metabolismo de la glucosa alterado en tejidos hipóxicos, por lo tanto, tienen la capacidad potencial de aumentar la capilaridad en el músculo esquelético y mejorar la circulación en los músculos que contengan PGM; sin embargo, estudios de seguimiento a largo plazo son necesarios ya que los efectos sobre la circulación más allá de 5 días siguen sin estar claros³⁴⁸.

2.11.3. Efectos sobre la sensibilización periférica

Como se ha visto previamente, los estudios de Shah et al^{284,297,298} encontraron mayores concentraciones de SP y PRGC en los alrededores de un PGM activo, en comparación con un PGM latente y el tejido muscular normal; concentraciones que después de que una REL fuese provocada con una aguja se vieron disminuidas significativamente respecto a sus valores antes de la punción. Estos resultados están en concordancia con los de un estudio citado recientemente, el de Hsieh et al³⁴⁸, que como ya se ha dicho, consiguió provocar un efecto analgésico a corto plazo, dado que estos efectos no fueron observados más allá de 5 días después de la PS por la disminución de SP en la periferia³⁴⁸. Por el contrario, 5 sesiones consecutivas (una por día) de PS incrementaron los niveles de SP inmediatamente después de la punción,

hecho que se mantuvo 5 días después, y fue acompañado por mayores niveles de TNF- α , iNOS, HIF-1 α , FCEV y ciclooxygenasa 2 (COX-2)³⁴⁸. Se ha comprobado que el aumento en los niveles de algunas de estas sustancias, como la TNF- α y la COX-2, está asociado con daño muscular³⁴⁹. De este modo, es probable que las 5 sesiones de PS supongan un nivel excesivo de manipulación intramuscular y cause daños en las fibras con inputs nocivos (fibras C), aumento la liberación de SP³¹¹.

En segundo lugar, en relación con la analgesia periférica del sistema opioide, Hsieh et al³⁴⁸, también demostraron que la elevación de los niveles de β -endorfinas puede aislar a las neuronas de la liberación de la SP y así inhibir la transmisión del dolor. Estos efectos también han podido ser observados únicamente durante los 5 días siguientes a una sesión de PS; y al igual que ocurrió en el caso de la SP, el fenómeno se vio invertido tras 5 sesiones en días consecutivos³⁴⁸.

2.11.4. Efectos sobre la sensibilización central

De Chou et al³²¹, el mecanismo más probable de modulación del dolor es a través de la hiperestimulación analgésica de la aguja, que fue propuesto originalmente por Melzack³⁵⁰. La PS puede estimular, tanto a las fibras mielinizadas (las fibras A β y A δ), así como indirectamente a las fibras C, través de la liberación de mediadores inflamatorios³²¹. Como resultado de la estimulación mecánica, las fibras mielinizadas se activan y envían aferencias a los tractos dorsolaterales de la médula espinal, pudiendo así activar los procesos supraespinales y centros superiores involucrados en el procesamiento del dolor, que pueden ocurrir de forma aislada o simultáneamente³²¹.

2.11.5. Inhibición segmentaria/ Gate control

Según Chu y Schwartz³⁵¹, cuando una aguja es introducida rápidamente en un PGM, las REL provocadas conducen a una información propioceptiva aferente de gran diámetro sensorial en la médula, que podría tener un efecto de “gate control” bloqueando el paso hacia el asta intradorsal de información nociceptiva generada en los nociceptores del PGM. Srbely et al³⁵² identificaron un incremento del umbral de

dolor a la presión en un PGM del infraespinoso a los 3 y 5 minutos de realizar la punción, comparado con un PGM en el glúteo medio; por lo que describió la hipótesis de que la PS puede ser mediada por los efectos de la inhibición segmentaria, evocada por la estimulación selectiva de grandes fibras mielinizadas en el PGM. En el año 2007, Hsieh et al³¹⁴ realizaron un estudio que aportó pruebas de que la PS produjo la inactivación de PGM “llave o primarios” inhibiendo la actividad en PGM ipsilaterales “secundarios o satélites” situados en su zona de dolor referido. Por último, Fernández Carnero et al²⁵⁷ mostraron que a mayor actividad nociceptiva en PGM latentes del infraespinoso, mayor actividad motora y sensibilidad de un PGM en músculos distantes conectados por el mismo nivel segmentario medular.

2.11.6. Liberación de opioides endógenos

Lo poco que se conoce en la actualidad de los efectos centrales de la PS sobre la liberación de opioides es debido a Niddam et al³⁵³. Mediante imágenes de RMN, este grupo de investigadores mostró que el dolor después de la inserción de una aguja en un PGM, combinado con una estimulación eléctrica, está mediado a través de la sustancia gris periacueductal en el tronco cerebral³⁵³. Encargada de controlar la transmisión nociceptiva a nivel de la médula espinal y corteza³²⁵, un cambio en su actividad se correlaciona con el cambio en el umbral de dolor a la presión; por lo que la hipótesis es que la PS, a través de la estimulación de las fibras nociceptivas, puede activar las interneuronas encefalinérgicas inhibitorias del ADM. Sin embargo, no está claro si la manipulación de la aguja o la corriente eléctrica es la responsable de estos resultados, o si lo es una combinación de ambos³¹¹. Esta combinación, denominada "electro-acupuntura", se menciona en estudios clínicos sobre la analgesia inducida por la acupuntura y los resultados de laboratorio informan de péptidos opiáceos endógenos involucrados³¹¹.

2.11.7. Efectos sobre la liberación de neurotransmisores

Para Cagnie et al³¹¹, una vez más la ausencia de estudios (experimentales o clínicos), en este caso, de los efectos de la PS sobre los sistemas adrenérgico y serotoninérgico, provocan que las hipótesis tengan que ser establecidas gracias a

literatura de acupuntura, basándose en que la estimulación con la aguja de las fibras Aδ pueden activar también dichos sistemas descendentes inhibitorias del dolor³³⁶. Para este grupo, vuelve a ser necesario apoyarse en los resultados de Shah et al^{284,297,298} para dar explicación a esta vía, puesto que los receptores de serotonina y noradrenalina (presentes en el medio en el que se encuentra un PGM activo, según Shah et al^{284,297,298} que hay en la periferia, actúan directamente sobre los nervios aferentes e indirectamente en la liberación de otros mediadores, como la SP o el glutamato³¹¹.

2.11.8. Pacientes con dolor crónico

Algunas revisiones han sugerido la hipótesis de que la PS puede afectar a la MCD³³⁶; sin embargo, hallazgos recientes en pacientes sanos y pacientes con esguince cervical han demostrado que la MCD en la suma temporal del dolor por presión no respondió al tratamiento de acupuntura^{354,355}.

2.11.9. Efectos remotos

Diferentes estudios han investigado los efectos remotos de la PS, tanto los efectos de distal a proximal, como los contralaterales. Tsai et al³⁵⁶ y Fu et al²⁹³ encontraron que la PS de un PGM distal podría proporcionar unos efectos a distancia para reducir la irritabilidad de un PGM proximal. En cuanto a los efectos contralaterales, existe controversia, ya que Hsieh et al³⁴² obtuvieron efectos contralaterales en un estudio en animales, mientras que Fu et al²⁹³ no. La vía neural para los efectos remotos parece ser mediada a través de un reflejo espinal, que depende de una vía aferente intacta desde el sitio remoto estimulante a la médula espinal y la función normal de la médula al nivel correspondiente a las inervaciones del músculo afectado proximalmente³⁴². Además, algunos autores han mencionado la posibilidad de que estos efectos remotos puedan comprenderse como consecuencia de la MCD, pero esta hipótesis carece de evidencia firme³²¹.

2.11.10. Efecto placebo

Los datos de estudios de neuroimagen demuestran que la analgesia por placebo recluta regiones del cerebro subcorticales y sensibles a opioides, implicadas en la percepción del dolor y pudiendo algunas de ellas superponerse con las estimuladas con la punción (incluyendo la sustancia gris periacueductal, la corteza rostral anterior de la cíngula, el tálamo, la ínsula, la amígdala, y en algunos estudios la corteza prefrontal)³⁵⁷. Estudios de resonancia magnética funcional han confirmado que la esperanza o expectativa puede influir en el efecto analgésico de la acupuntura³⁵⁸. Aún con la dificultad de controlar el efecto placebo, existen ensayos clínicos con PS en los que este aspecto se ha llevado a cabo^{359,360}.

Justificación

3. JUSTIFICACIÓN

La FP es una patología resultante de múltiples factores de riesgo, asociada a diferentes aspectos y que cuenta con un pronóstico incierto. Lleva siendo observada, investigada, tratada y estudiada desde hace más de un siglo sin que en la actualidad exista una definición clara de su etiopatogenia que permita contar con un protocolo de actuación terapéutica de referencia. El hecho de que siga sin establecerse un plan de abordaje estándar, perfectamente definido y protocolizado, constituye un problema, dado que es una afectación muy prevalente entre las lesiones de tobillo y pie. De este modo, se puede ocasionar la cronicidad del daño tisular y del cuadro clínico del paciente, complicando su resolución.

A finales del siglo XX, el descubrimiento de nuevos signos clínicos como el engrosamiento de la fascia plantar, abrió nuevas vías de tratamiento dirigidas a abordar en clínica la causa de la lesión y que no se limitaran a la sintomatología. Estos nuevos abordajes se focalizan en normalizar el grosor de la fascia plantar afecta y en lograr reequilibrar la biomecánica alterada en el complejo articular aquileo-calcáneo-plantar. Hasta entonces, los estudios más relevantes dirigían sus medidas de tratamiento a resolver los síntomas como el dolor o la inflamación, sin dedicar demasiados recursos a la resolución del mecanismo lesional, lo cual ocasiona que se planteen multitud de abordajes, desde conservadores hasta quirúrgicos. Antes del presente trabajo no se llevó a cabo ningún estudio relevante en el que se tratase con PS exclusivamente los músculos gemelos y sóleo, causantes del mecanismo que desemboca en esta lesión^{269,361}. Por este motivo se han planteado la hipótesis, los objetivos y el protocolo del ensayo clínico, que ya han sido expuestos en apartados previos, empleando un tratamiento de Fisioterapia que incluya la PS dirigida a normalizar la retracción del tríceps sural y aumentar la FD de tobillo.

La PS es una herramienta muy extendida en la rehabilitación de patologías musculoesqueléticas a través del tratamiento invasivo de los PGM, no siendo empleada únicamente para la resolución del cuadro álgico, ya que diferentes estudios existentes nos muestran también situaciones en las que se ve aumentada la movilidad, disminuidos distintos patrones de dolor referido y mejoradas funciones de regeneración tisular de tejidos degenerados por causas biomecánicas, como el tendón

de Aquiles o la misma aponeurosis plantar. Gracias a estos descubrimientos, nuestro objetivo fue investigar si sumando a estos efectos conocidos de la PS de PGM a un tratamiento convencional de Fisioterapia en pacientes diagnosticados de FP, conseguimos acelerar la mejoría o incluso la resolución de esta patología. En ese caso, la combinación de ambas terapias nos proporcionaría avances que permitirían una mayor compresión y una nueva vía de tratamiento para la FP, ya que sería posible cuantificar los efectos de aplicar una herramienta terapéutica de fácil aplicación, bajo coste y ampliamente extendida en la actualidad en el campo de la Rehabilitación. De igual manera, podríamos comprobar si la aplicación de PS facilitaría la regeneración tisular de la fascia plantar facilitando las respuestas de curación propias del cuerpo humano, al haber centrado el tratamiento en el mecanismo lesional.

En la presente tesis se han realizado pruebas ecográficas para el diagnóstico por imagen y posterior seguimiento de la evolución de la fascia plantar con la intervención aplicada. Esta es una herramienta de medición objetiva, ya que constituye el gold estándar para determinar el grosor de la fascia plantar degenerada por lo fácil, fiable, barata y rápida que resulta su ejecución. De esta forma, podremos evaluar la influencia de la PS de los PGM en gemelos y sóleo, observando su efecto sobre la disminución del grosor y regeneración de la fascia como consecuencia de la intervención. Este ensayo fue diseñado para ser objeto de Tesis Doctoral al mismo tiempo que sirvió para evaluar la eficacia del protocolo de actuación que se seguía en la Unidad de Fisioterapia de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid, es decir, diagnóstico, tratamiento y fases de seguimiento. Antes de definir el proyecto de investigación, ya sabíamos que prácticamente no íbamos a encontrar estudios en los que se realizase un seguimiento tan a largo plazo de los efectos de un tratamiento de Fisioterapia en FP, y menos aún de un tratamiento con PS. Sin embargo, creímos importante y conveniente llevar el seguimiento de nuestro protocolo de intervención hasta los 6 meses

Según nuestro conocimiento, este estudio es el primer ensayo clínico que valora ecográficamente la combinación de los efectos de la PS en los gastrocnemios y una intervención cotidiana de Fisioterapia como protocolo de actuación clínica. La intención de este abordaje no es otra que promover y acelerar la respuesta regeneradora que normalice el grosor de la fascia plantar, mediante la corrección de la alteración biomecánica causante de la patología. La ausencia de estudios previos

similares ha dificultado la discusión de los resultados y de numerosas publicaciones que, a pesar de no combinar PS de gemelos y sóleo y ecografía, sí que emplean ambas por separado. Por el contrario, arrojarán nuevas conclusiones y hallazgos que pueden impulsar futuras investigaciones. Nuestro estudio no se limita a ver los cambios del grosor de la fascia en la ecografía, sino que pretende reforzar esos hipotéticos cambios con el alivio de la clínica del paciente, tanto en el dolor a los primeros pasos de la mañana, como tras largos periodos de reposo, y el aumento del RM de la FD de tobillo, cuya limitación supone uno de los factores de riesgo con mayor asociación con el desarrollo de FP^{36,90,186,230}.

4. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA:

El añadir PS a una intervención de Fisioterapia, basada en terapia manual y estiramientos en pacientes con FP, no supone una mejoría en la evolución del tratamiento de Fisioterapia para estos pacientes.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA:

El añadir PS a una intervención de Fisioterapia, basada en terapia manual y estiramientos en pacientes con FP, supone una mejoría en la evolución del tratamiento de Fisioterapia para estos pacientes.

Objetivos

5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la eficacia de la inclusión de la PS combinada con un tratamiento de Fisioterapia compuesto por: terapia manual y ejercicios domiciliarios; dirigido a normalizar el tono muscular e inhibir los PGM de los músculos gemelos y sóleo, de un grupo de pacientes diagnosticados de FP.

Las variables a través de las cuales se va a medir la eficacia son:

- ✓ Valoración ecográfica del grosor de la fascia plantar afecta, en visión longitudinal, en ambos grupos, antes y después de la intervención.
- ✓ Evaluación del dolor en el talón afecto, mediante la EVA, en ambos grupos, antes y después de la intervención.
- ✓ Medición goniométrica del RM articular de dorsiflexión de tobillo, en ambos grupos, antes y después de la intervención.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

Analizar la eficacia de la combinación de la PS con un tratamiento de terapia manual y ejercicios domiciliarios, en pacientes diagnosticados de FP, a través de un seguimiento y comparación inter grupos de:

- ✓ El grosor de la fascia plantar.
- ✓ El dolor, a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo.
- ✓ El RM de la FD de tobillo, con la rodilla en extensión y en flexión.

Material y método

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

6.1.1. Tipo de estudio

Se realizó un ensayo clínico.

6.1.2. Población diana

La población diana fueron pacientes de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid (Madrid) con diagnóstico confirmado de FP y que aceptasen participar en el estudio. Todos ellos debieron haber firmado, previamente a su inclusión, un consentimiento informado, así como también haber cumplido todos los criterios de selección, más adelante expuestos. Los datos personales y clínicos sobre dichos pacientes fueron recogidos en la Unidad de Fisioterapia de la mencionada clínica.

De la población arriba referida, se extrajo la muestra para el estudio; constituida por los pacientes que cumplieron los criterios de selección y autorizaron ser incluidos para entrar a formar parte del estudio (n=30).

6.1.3. Estimación del tamaño muestral

Se ha empleado la calculadora de tamaño muestral GRANMO versión 7.12, y aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2, se precisan 15 sujetos en el primer grupo y 15 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior al 0.6 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 0.57. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0% (ilustración 1).

Medias : Dos medias independientes

Riesgo Alfa: ☒ 0.05 ☐ 0.10 ☐ Otro

Tipo de contraste: ☐ unilateral ☒ bilateral

Riesgo Beta: ☒ 0.20 ☐ 0.10 ☐ 0.05 ☐ 0.15 ☐ Otro

Razón entre el número de sujetos del grupo 1 respecto del grupo 2:

Desviación estándar común:

Diferencia mínima a detectar:

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento:

calcula Limpia resultados Limpia todo Selecciona todo Imprimir

14/01/2019 11:15:37 Dos medias independientes (Medias)

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 15 sujetos en el primer grupo y 15 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior al 0.6 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 0.57. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%.

Proporciones

Medias

Dos medias independientes

- Medias apareadas (repetidas en un grupo)
- Observada respecto a una de Referencia
- Medias apareadas (repetidas en dos grupos)
- Estimación Poblacional
- Análisis de la varianza
- Potencia de un contraste

Otras

Ilustración 1. Calculadora GRANMO para estimación del tamaño muestral.

Por lo tanto, se incluyeron 30 pacientes de ambos sexos con diagnóstico confirmado de FP, realizado en la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid, en el periodo comprendido entre los meses de abril del 2014 y abril del 2015, ambos incluidos.

6.1.4. Criterios de selección

Todos los sujetos incluidos en el estudio fueron debidamente informados, tanto de forma verbal como por escrito, a través de las hojas de información al paciente contenidas en el documento del Consentimiento Informado [Ver anexo 1]. Dicho documento debía ser firmado por cada paciente, una vez resueltas todas las cuestiones al respecto. Los criterios de selección establecidos fueron los siguientes:

6.1.4.1. Criterios de inclusión

- ✓ Estudio ecográfico en el que se observe un engrosamiento proximal de la fascia plantar afectada, mayor o igual a 4 mm.
- ✓ Dolor talar a los primeros pasos de la mañana, superior a 5, según una escala EVA de 10 puntos.

- ✓ Dolor a la palpación en la inserción del tubérculo medial del calcáneo, superior a 5, según una escala EVA de 10 puntos.
- ✓ Tiempo de evolución del proceso mayor o igual a 4 semanas.
- ✓ Edad de los pacientes, superior a los 18 años.
- ✓ Aceptación por parte del paciente para participar en el estudio, habiendo firmado el consentimiento informado.

6.1.4.2. Criterios de exclusión

- ✓ Estar realizando o haber realizado tratamiento de la FP mediante medicina física y rehabilitación, fisioterapia o tratamiento ortopodológico.
- ✓ Estar sometido a tratamiento concomitante con antiagregantes plaquetarios.
- ✓ Pacientes con miedo a las agujas (belonefobia).
- ✓ Pacientes que hubieran sido infiltrados, por dicho proceso, antes del estudio, o bien después, a lo largo del periodo de seguimiento.
- ✓ Pacientes diagnosticados de fibromialgia.
- ✓ Pacientes con cualquier tipo de patología neoplásica.
- ✓ Sujetos con alteraciones: neurológicas, sensitivas, cognitivas, ortopédicas y/o quirúrgicas.
- ✓ Pacientes que no deseen ser incluidos en el estudio o que deseen abandonarlo durante el tiempo que dure el mismo.
- ✓ Incapacidad por parte del paciente para la comprensión de las indicaciones a seguir durante el estudio.

6.1.5. Diagrama de flujo de los participantes

El siguiente esquema representa el diagrama de las actividades con cada uno de los pasos seguidos en el trabajo que se ha planteado (figura 1).

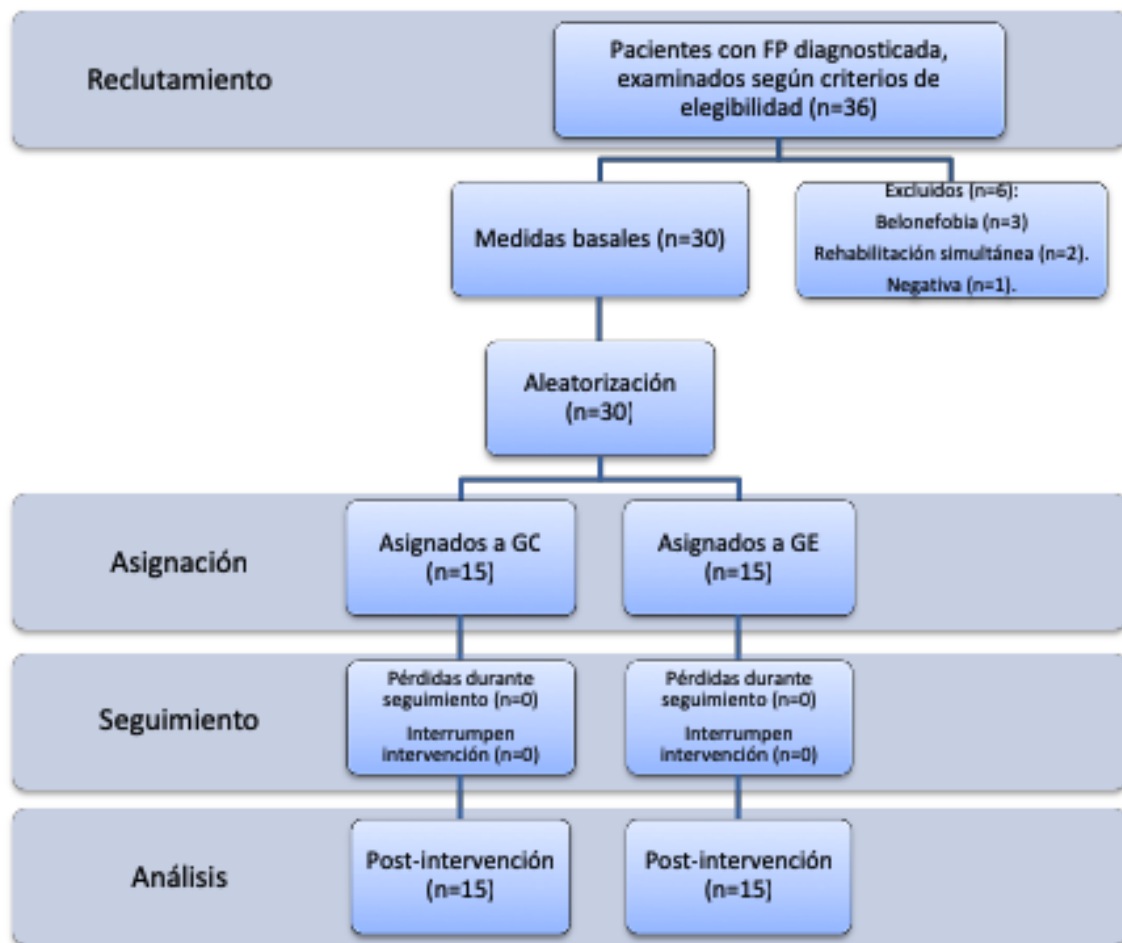


Figura 1. Diagrama de flujo según las normas CONSORT.

6.1.6. Descripción de las variables de estudio

Todas las mediciones de las variables fueron realizadas y recogidas por el investigador, salvo la medición ecográfica, que fue realizada por un Doctor con más de 5 años de experiencia en el manejo de esta herramienta, y que en ningún momento supo a qué grupo pertenecía cada paciente.

6.1.6.1. Variables independientes o explicativas

Características descriptivas:

- ✓ Edad: medida en meses (cuantitativa continua).

- ✓ Sexo: mujer/hombre (cualitativa dicotómica).
- ✓ Altura: medida en centímetros (cuantitativa continua).
- ✓ Peso: medido en kilogramos (cuantitativa continua).

Las mediciones de altura y peso se han realizado de acuerdo con los protocolos estandarizados, utilizando una balanza bien calibrada con una precisión de + 100 gramos, y un tallímetro con una precisión de + 1 mm⁸⁰.

- ✓ IMC: adimensional (cuantitativa continua).
- ✓ Aplicación de PS: Sí/No (cualitativa dicotómica).
- ✓ Fecha en la que se recogen las variables: número de valoración (cuantitativa ordinal).

6.1.6.2. Variables dependientes o respuesta

- ✓ Ecografía (cuantitativa continua).
- ✓ Dolor (cuantitativa continua).
- ✓ Goniometría flexión dorsal tobillo con rodilla alternativamente en flexión y en extensión (cuantitativa continua).

Para recoger estas variables dependientes, así como para realizar el seguimiento de los pacientes en la fase de intervención, se estableció una sistemática de trabajo que se detalla a continuación.

6.1.7. Evaluación ecográfica

Se realizará mediante un equipo de ecografía de frecuencia variable, entre 12-5 Mhz, Esaote, MyLab gold 25 model.

Para la realización de las ecografías se siguió el protocolo de la guía técnica Europea de ecografía músculo esquelética para tobillo y pie^{67,150,362}. Con el paciente posicionado en decúbito prono y el pie a valorar situado por fuera del nivel de la camilla. A continuación, colocamos dicho pie con el tobillo en posición neutra, tal y como puede verse en las ilustraciones 2 y 3. En esta posición, tomaremos, de cada paciente, 3 medidas del grosor de la fascia plantar según un corte longitudinal. Cada una de estas medidas se realizará tomando un punto de referencia estándar a 0,5 cm desde la inserción de la fascia en el tubérculo medial del calcáneo. La media resultante de estas 3 mediciones será la empleada en el estudio^{67,150}. Siempre que se realice este tipo de medición, esta se llevará a cabo siguiendo idéntico procedimiento.



Ilustración 2. Realización de la ecografía de la fascia plantar.



Ilustración 3. Realización de la ecografía vista desde la posición del examinador.

Los límites establecidos para las mediciones repetidas en el grosor de la fascia plantar mediante ecografía son de $0.01 \pm 0.06 \text{ cm}^{67,150}$. A modo de ejemplo, en las ilustraciones 4, 5 y 6 se presentan 4 imágenes ecográficas, correspondientes a 2 pacientes (pie sintomático con la fascia plantar degenerada y engrosada, y pie asintomático), donde se ha marcado el grosor de la fascia plantar mediante una línea roja.

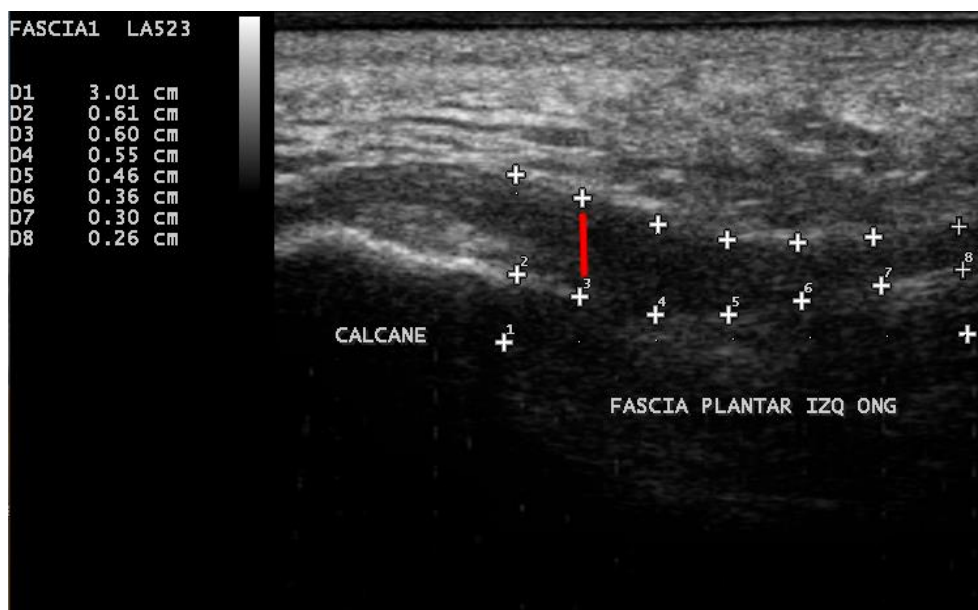


Ilustración 4. Ecografía de la fascia plantar patológica en visión longitudinal.

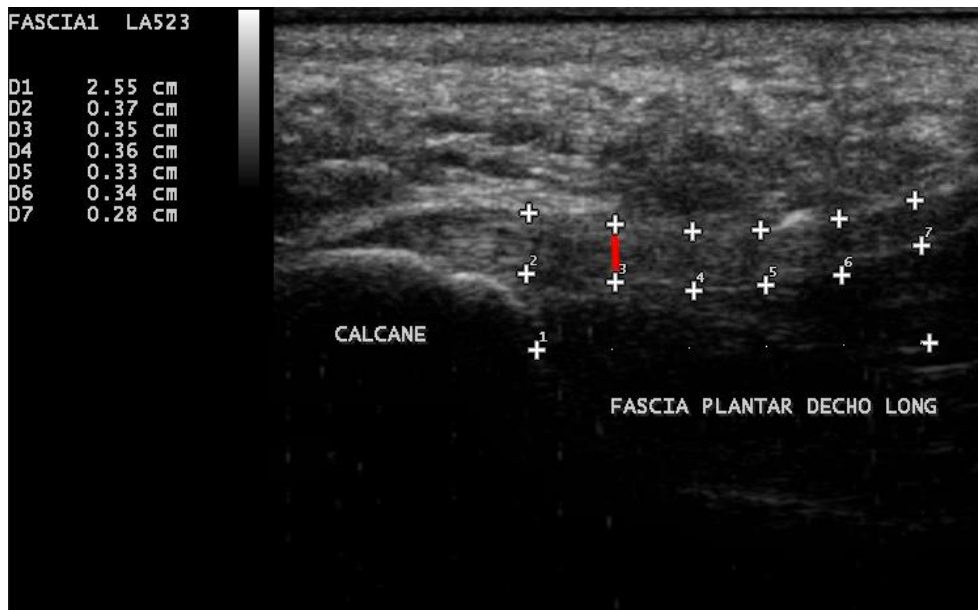


Ilustración 5. Ecografía de la fascia plantar asintomática en visión longitudinal.

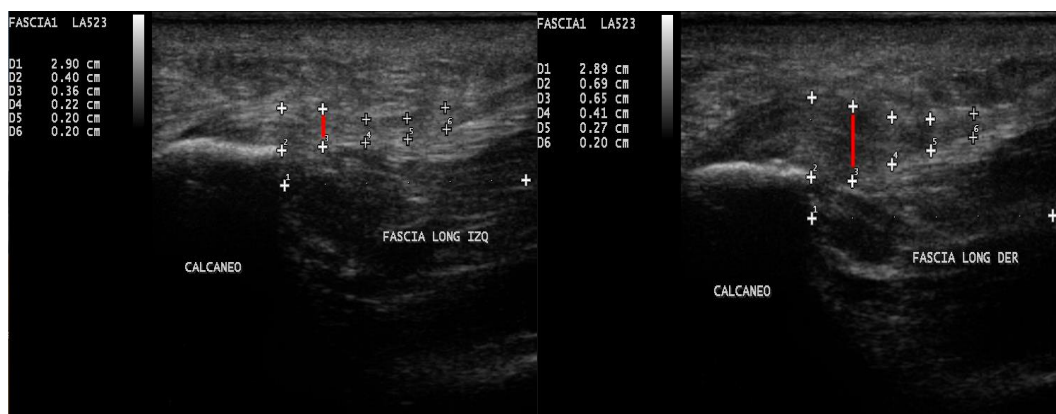


Ilustración 6. Comparativa de la visión longitudinal ecográfica de la fascia plantar.

Según Wearing et al⁶⁷ y Skovdal-Rathleff et al¹⁵⁰ las variaciones del grosor de la fascia mayores a 0,6 mm se pueden considerar cambios reales y no errores de medición.

La medición del grosor de la fascia plantar se realiza en la visita de diagnóstico, al de inicio del tratamiento (día 0), al mes (día 30), al tercer mes (día 90) y al sexto mes (día 180) del inicio de la intervención.

Cuando se realiza una ecografía con el tobillo situado a 90° (o posición neutra), las porciones central y lateral de una fascia plantar normal son homogéneas e hiperecoicas con una apariencia estriada resultante de la orientación longitudinal de las fibras. Se aprecia una mejor visualización de la porción proximal (calcánea) que distal, pudiendo diferenciarse las inserciones de la porción central y lateral a nivel de la tuberosidad medial del calcáneo^{67,150,363}.

6.1.8. Evaluación del dolor

En cada momento de la evaluación el paciente cuantificará su dolor a través de una EVA graduada³⁶⁴, sin poder ver sus respuestas previas. La EVA (modificada de la Visual Analog Scale, VAS)³⁶⁴ consiste en una línea recta de 10 cm de longitud, observable por una cara y la misma línea graduada, observable por la otra. De este modo el paciente debe marcar el lugar donde sitúa su dolor, teniendo en cuenta que el extremo izquierdo corresponde a la ausencia total de dolor (equivale al valor 0) y el extremo derecho corresponde al máximo dolor imaginable (corresponde al valor 10) [Ver anexo 2].

6.1.9. Goniometría

Se usará el goniómetro, instrumento de medición con forma de círculo graduado en 360°, utilizado habitualmente para medir ángulos articulares. Se trata de un utensilio validado, pero se recomienda realizar el estudio por un único terapeuta ya que así las mediciones obtenidas son más fiables³⁶⁵. Por ello todas las mediciones se llevarán a cabo por un único terapeuta: el investigador. Se realizarán 3 mediciones de acuerdo con los estándares de la medición goniométrica definidos por Danniels & Worthingham³⁶⁶, cuya media será la variable empleada para el análisis. Se medirá el ángulo formado por los 2 segmentos de interés mediante la colocación del fulcro, la rama fija y la rama móvil. Se medirá el rango articular de flexión dorsal, tanto para el complejo GSL con rodilla del paciente en extensión (ilustración 7), como para el sóleo de manera aislada con rodilla en flexión (ilustración 8).



Ilustración 7. Medición goniométrica de la flexión dorsal del tobillo con la rodilla en extensión.

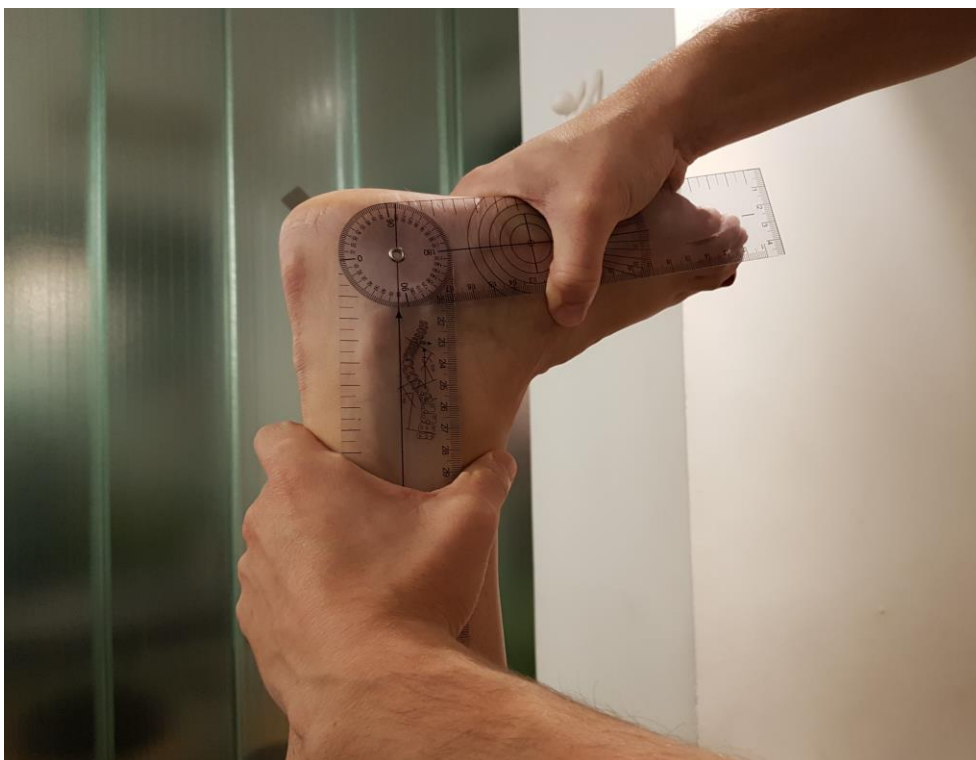


Ilustración 8. Medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en 90° de flexión.

6.1.10. Métodos de recogida de la información

Los datos personales de cada paciente y los de relevancia para el estudio, se recogerán en un cuestionario protocolizado, así como también en el paquete de Microsoft Office, en su hoja de cálculo Excel versión 2010 **[Ver anexo 3]**. Todo ello, en una historia personalizada, codificada según una tabla de equivalencias alfanuméricas **[Ver anexo 4]**, lo cual permitirá su posterior análisis estadístico con el programa SPSS® (Statistical Package for Social Science) para Windows versión 22. Los datos recogidos fueron pasados a la base de datos por el investigador, quien se encargará de guardarlos durante al menos 1 año, y después los destruirá y eliminará según la Ley vigente.

6.1.11. Muestreo y aleatorización de la muestra

Previo a la asignación del paciente a un grupo de estudio, se realizarán las siguientes actividades:

- ✓ Valoración de los criterios de elegibilidad, esto es, valoración de los criterios de selección.
- ✓ Información al paciente de los objetivos e implicaciones que conlleva el estudio. Entrega de una hoja de información y de Consentimiento Informado **[Ver anexo 1]**. Adicionalmente se les indicará la confidencialidad de sus datos de acuerdo con la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) 15/99 del 13 de diciembre.
- ✓ La asignación de los pacientes a los grupos de intervención se realizará mediante métodos de aleatorización simple, con tablas de números aleatorios **[Ver anexo 5]** para poder demostrar eficacia terapéutica. Por orden de llegada al estudio, a cada sujeto se le asignará un número de esta tabla (de arriba abajo en las columnas, empezando por la columna de la izquierda y hacia la derecha). En caso de que dicho número sea par, el paciente será asignado al GE; en caso de ser impar, será asignado al GC.

- ✓ El paciente no sabrá hasta la finalización del estudio el grupo al que ha pertenecido. El número de historia será codificado por el investigador que reclutará a los pacientes con arreglo a la ya citada tabla de equivalencias alfanuméricas [Ver anexo 4]. La secuencia de aleatorización sólo será conocida por el investigador y se disociará de la Historia Clínica del paciente para garantizar que sólo el investigador puede relacionar estos datos con el paciente.
- ✓ La única persona que sabrá a qué grupo fue asignado cada paciente será el propio doctorando; el cual se encargará de llevar a cabo toda la investigación, salvo el apartado de la ecografía, cuya labor corresponderá a un podólogo con experiencia en el empleo de dicha técnica diagnóstica.

6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE ACTUACIÓN TERAPÉUTICA

6.2.1. Tratamiento de fisioterapia

Al GC se le aplicará un tratamiento estándar de rehabilitación de FP basado en la evidencia encontrada en la búsqueda bibliográfica. Dicho tratamiento de fisioterapia constará de técnicas de movilización pasiva de tobillo y retropié (ilustración 9), masoterapia (ilustración 10) y estiramientos en el complejo GSL, y ejercicios domiciliarios consistentes en la realización de estiramientos autopasivos en descarga de esta musculatura a diario e n 3 repeticiones de 30 segundos con intervalos de otros tantos segundos de descanso entre una repetición y otra (ilustración 11).



Ilustración 9. Movilizaciones pasivas de tobillo y retropié.



Ilustración 10. Técnicas de masoterapia.



Ilustración 11. Ejercicio domiciliario de autoestiramiento del tríceps sural en descarga.

Las maniobras de estiramiento durante cada sesión de la intervención se realizarán con el paciente situado en decúbito prono sobre la camilla, manteniendo la rodilla del miembro tratar, flexionada 90° cuando la musculatura a estirar sea el músculo sóleo y con la rodilla en extensión completa cuando la maniobra se vaya a aplicar sobre los gastrocnemios (ilustración 12). Mediante este posicionamiento del paciente, la fuerza realizada por el terapeuta para lograr el efecto deseado debe aplicarse sobre la cara plantar del antepié de aquel, es decir, a nivel de las cabezas de los metatarsianos. De este modo se conseguirá llevar el tobillo a flexión dorsal y se centrará el movimiento en la musculatura posterior de la pierna²²⁰.



Ilustración 12. Estiramientos aplicados por el fisioterapeuta durante la sesión.

Esta intervención se hará común a ambos grupos, control y experimental. Ambos grupos recibirán sus respectivos tratamientos establecidos en el protocolo en 4 sesiones de fisioterapia, 1 vez por semana, hasta completar 1 mes de tratamiento. Tras el mes de tratamiento se interrumpirá el mismo y sólo se mantendrá la intervención de los ejercicios domiciliarios, hasta el sexto mes, en que finalizará el estudio. Una vez finalice la fase de estudio de la investigación, se ofrecerá continuar la terapia, a todos los pacientes que lo soliciten.

6.2.2. Tratamiento de fisioterapia y punción seca

Tal y como se ha descrito, el GE recibirá el mismo tratamiento que el control, añadiendo la intervención con PS aplicada a nivel de los gemelos y el sóleo de la pierna correspondiente al miembro afecto según el protocolo de la técnica de PS profunda de Hong²⁷⁴ es la elegida para la realización de la intervención en este estudio. En cuanto a las características de la aguja, decir que su longitud dependerá de la localización del PGM del que se trate^{260,271}. Por otra parte, existe un estudio de Yoon et al³⁶⁷ sobre la efectividad de la PS en función de los diferentes tamaños de la aguja, en el que no se demuestran diferencias significativas de efectividad en los diámetros de esta entre 21, 23 y 25 mm, tomando como medida la EVA y la escala de discapacidad cervical, Neck Disability Scale.

El material necesario para el estudio será²⁷⁴:

- ✓ Aguja: agujas filiformes que inicialmente tendrán una longitud de 4 cm (aunque como ya se ha dicho, ello puede variar) y un diámetro de 25 mm. Las agujas serán de un solo uso. Se usaron agujas de acupuntura de la marca Ener-Qi estériles. CE 0197. Novosan, SA. Medical & HealthProducts (www.novosan.es), fabricado por Suzhou Acupuncture Medical Appli- cance Co. Ltd. No. A. Chuangxin Industrial Zone. Weitang Town Xiang Cheng District Suzhou City.
- ✓ Gasas estériles.

- ✓ Alcohol 96° o clorhexidina.
- ✓ Crioterapia hiperbárica gaseosa con CO₂.
- ✓ Rotulador marcador demográfico: se marcará el PGM para su tratamiento y para una mayor facilidad de identificación en futuras sesiones posteriores.
- ✓ Batea.
- ✓ Guantes de látex.

Basándonos en el protocolo diseñado por Cotchett et al²⁷¹ para la realización de un ECA, el número de inserciones por músculo dependerá del número de PGM encontrados, así como también de la tolerancia de los pacientes a la PS, las respuestas del tejido y el grado de dolor después de la retirada de la aguja. Este grupo de autores⁷⁶ establece que lo más común es que el número de punciones no exceda 1 a 5. Finalmente, un estudio Hong²⁷⁴ nos permite determinar la intervención a realizar:

- 1) Valoración y recogida de datos.
- 2) Tener todo el material preparado.
- 3) Localizar en el paciente la banda tensa.
- 4) Hallar el nódulo hipersensible dentro de dicha banda tensa: PGM.
- 5) Marcar con rotulador la zona de localización del PGM.
- 6) Desinfectar la zona de punción: con alcohol de 96° o clorhexidina.
- 7) Aplicar los parámetros descritos en la técnica de PS de Hong²⁷⁴:

- ✓ Inserción de la aguja hasta nivel del hueso subyacente, cuando la punción sea en plano (ilustración 13). En caso de realizarse con una toma en pinza (ilustración 14), la inserción sería hasta notar presión sobre nuestros dedos situados en el lado opuesto.
- ✓ Retroceder levemente con la aguja hasta alcanzar el PGM a tratar.
- ✓ Manipulación de la aguja mediante entrada y salida rápida, cambiando orientación de aguja o de la piel.
- ✓ En caso de no obtener respuesta por parte del paciente o bien que este no soporte el dolor producido en la maniobra: extraer la aguja (máximo 3 minutos).

8) Hemostasia posterior por compresión directa.

9) Aplicación de Spray frío & Stretch (estiramiento del músculo punturado).

10) Ejercicios de autoestiramiento sin resistencia: hasta 2 días después de la punción.



Ilustración 13. Técnica de punción seca en plano.



Ilustración 14. Técnica de punción seca en pinza.

6.2.3. Instalaciones

La totalidad del estudio se llevó a cabo en la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid, donde habitualmente se tratan pacientes con esta patología. Los pacientes para el estudio procedieron de la agenda oficial de citas de la Clínica referida.

El investigador, Miguel Suárez Varela, es graduado en Fisioterapia por la Universidad de Vigo y actualmente ejerce como Personal Investigador en Formación del Departamento de Medicina Física y Rehabilitación de la Universidad Complutense de Madrid. Además, ha sido formado en la técnica de la PS durante la formación en el Grado en Fisioterapia y en el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación de la Universidad Complutense de Madrid, gracias a la realización del Máster Propio de Experto en Fisioterapia Manual Avanzada.

La directora, profesora D^a Raquel Valero Alcaide es titular numeraria en la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, donde imparte lecciones de Fisioterapia.

El Doctor colaborador en el estudio encargado de realizar las ecografías diagnósticas y comprobatorias durante el estudio, el profesor D Enrique Varela Donoso, ejerce su labor en la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, donde imparte lecciones de Fisioterapia.

6.2.4. Plan de trabajo

✓ Primera cita (día 1):

Durante la primera cita, se someterá al paciente a una medición clínica completa, que incluirá: peso, altura, IMC, medición del RM de FD de tobillo, con rodilla alternativamente, en flexión y en extensión, utilizando para ello la goniometría. Así mismo, se realizará la medición ecográfica de la fascia plantar del pie afecto,

comparándola a su vez con la obtenida mediante dicha técnica, en el miembro contralateral sano. Además de ello, se realizará a su vez una valoración del dolor a través de la EVA.

Tras el registro de la fecha y las variables anteriormente citadas, se asignará al paciente al grupo que integrará a lo largo de la investigación y en función de esta se procederá, en la misma sesión, al tratamiento de la FP, según corresponda, durante 45 minutos.

- ✓ Segunda cita (día 2) y tercera cita (día 3):

Aplicación del tratamiento a cada paciente, en función del grupo de estudio asignado.

- ✓ Cuarta cita (día 4 o mes 1):

Aplicación del tratamiento en función del grupo que integre cada paciente.
Reevaluación: nueva medición de las variables recogidas al inicio del estudio.
Mantenimiento de la intervención, únicamente con los ejercicios domiciliarios.

- ✓ Quinta cita (mes 3):

Medición de las variables recogidas al inicio del estudio.

- ✓ Sexta cita (mes 6):

Finalizada la intervención: medición de las variables recogidas al inicio del estudio.

6.3 MÉTODO ESTADÍSTICO

Inicialmente se realizará un análisis estadístico descriptivo: las variables cualitativas se resumirán mediante la distribución de frecuencias y porcentaje, y las cuantitativas mediante su media y su desviación típica. Asimismo, la información se resumirá gráficamente mediante diagramas de cajas y gráficos de sectores.

Además, se realizará la prueba de Shapiro Wilk para contrastar la normalidad de la muestra. A partir de este resultado, se hará el análisis inferencial utilizando técnicas paramétricas o no paramétricas. En particular, para valorar las diferencias en las respuestas pre y post intervención, se utilizará la prueba de los rangos promedios con el test de Wilcoxon o el test de la t de Student unimuestral para muestras relacionadas (en los casos de una distribución normal para la variable respuesta). Para el estudio de las variables respuesta entre grupos, se usará el test de la U de Mann-Whitney y el test de la t de Student para muestras independientes.

Para todos estos test se asumen diferencias significativas en valores de $p < 0.05$ y un intervalo de confianza del 95%. El análisis estadístico se realizará a través del Software estadístico SPSS versión 22.

6.4 EVENTOS ADVERSOS

A pesar de que se usó una técnica denominada invasiva³⁶⁸, no fue necesario realizar ningún tipo de seguro privado particular. Para conocer posibles efectos adversos resultantes de la intervención con PS, se empleó un apartado de observaciones, reservado para tal motivo, que se encuentra en la tabla de recogida de datos creada en una hoja de cálculo Excel versión 2010 **[Ver anexo 3]**. En él se anotaron todos los comentarios descritos por los participantes acerca de cualquier evento adverso que experimentaran a lo largo del estudio.

Se definió como evento adverso cualquier secuela de medio plazo de duración que cursa con la presencia de cualquier síntoma percibido como preocupante e inaceptable por parte del paciente y que requiere de tratamiento³⁶⁹.

Los efectos adversos manifestados por los pacientes fueron recogidos por el doctorando.

6.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS Y LEGALES

Se mantendrá la privacidad de los resultados y la confidencialidad según la LOPD 15/99 del 13 diciembre.

Se solicitó una valoración del Protocolo y de sus Normas Buenas de Práctica Clínica al Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico San Carlos, siendo aprobado este estudio en el acta 4.2/14 **[Ver anexo 6]**.

Del mismo modo, y para aumentar la calidad del estudio, asegurar su originalidad y evitar el duplicado de las ideas, se procedió al registro en la base de datos de ensayos clínicos <https://clinicaltrials.gov/> obteniendo el código personalizado NCT02467465 **[Ver anexo 7]**.

Resultados

7. RESULTADOS

La distribución de los resultados se ha dispuesto de forma que en primer lugar se mostrarán los valores demográficos y clínicos obtenidos al inicio del estudio, relacionados con las variables que son el objetivo de la investigación.

A continuación, se reflejarán los resultados obtenidos. Para ello se compararán los valores obtenidos antes (pre-) y después (post-) de la intervención intra grupos para cada variable de estudio (grosor de la fascia plantar, dolor y movilidad dorsiflexora de tobillo) en cada una de las 4 fechas de medición (día 1, mes 1, mes 3 y mes 6). Del mismo modo, se detallarán los resultados de la comparación inter grupos de cada variable para estos 4 días.

7.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA AL INICIO DEL ESTUDIO

Tabla 1. Análisis descriptivo de la muestra al inicio del estudio.

	Total (n=30)	GC (n=15)	GE (n=15)
Edad años, media (±DE)	51,57 (±11,73)	53,67 (±11)	49,47 (±12,44)
Sexo			
Hombres, n (%)	20 (66,7)	9 (60)	11 (73,3)
Mujeres, n (%)	10 (33,3)	6 (40)	4 (26,7)
Peso kilos, media (±DE)	80,58 (±14,95)	78,93 (±14,5)	82,23 (±15,71)
Altura centímetros, media (±DE)	1,71 (±0,09)	1,71 (±0,1)	1,71 (±0,09)
IMC, media (±DE)	27,52 (±3,95)	26,99 (±3,62)	28,06 (±4,31)
Pie afecto			
Derecho, n (%)	16 (53,3)	9 (60)	7 (46,7)
Izquierdo, n (%)	14 (46,7)	6 (40)	8 (53,3)
Evolución semanas, media (±DE)	47,93 (±66,67)	47,87 (±45,56)	48 (±84,44)

DE: desviación estándar.

La edad media de los 30 pacientes incluidos en el estudio fue de 51,57 (±11,73) años (tabla 1), siendo el 53,67 (±11) la media de edad correspondiente de los 15 integrantes del GC, y 49,47 (±12,44) la del GE. El 66,7% fueron hombres y el 33,3% mujeres (gráfico 1); esta distribución está más igualada en el GC (60% de hombres frente a un 40% de mujeres), respecto al GE (73,3% hombres). También hubo homogeneidad en cuanto al pie afecto de los sujetos, ya que el 53,3% padecía FP en su pie derecho (tabla 1 y gráfico 2); aunque en el GC el 60% de las lesiones ocurrieron el pie derecho, y en el GE, el 53,3% en el pie izquierdo. El tiempo de evolución de esta patología crónica fue elevado, concretamente de 47,93 (±66,67) semanas de media para el total de la muestra; sin que prácticamente existan

diferencias inter grupos, 47,87 ($\pm 45,56$) semanas de evolución en el GC y 48 ($\pm 84,44$) en el GE.

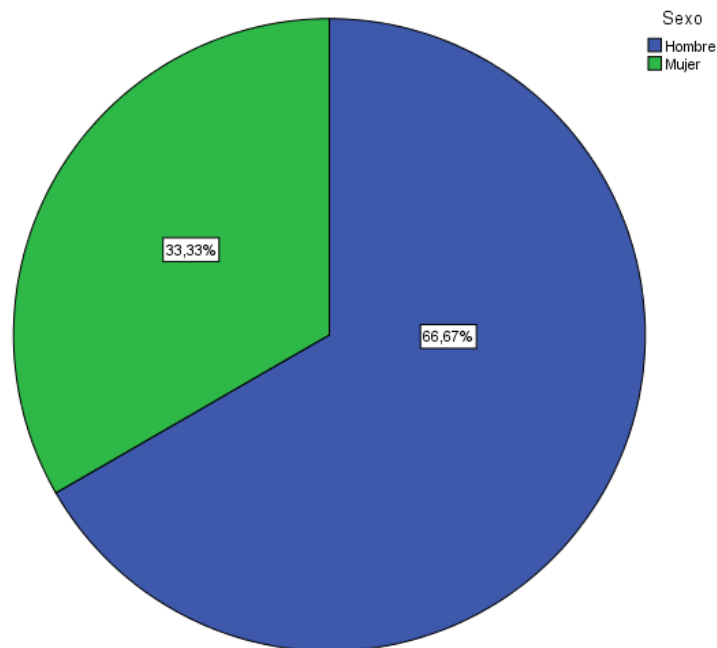


Gráfico 1. Distribución de la muestra según el sexo.

En cuanto a las características físicas de los pacientes, se observa un valor alto del IMC (tabla 1) en la totalidad de los participantes, con un 27,52 ($\pm 3,95$), al mismo tiempo que este valor es todavía mayor si se compara entre 28,06 ($\pm 4,31$) del GE y el 26,99 ($\pm 3,62$) GC. En relación con este punto, destacan el peso y la talla de los pacientes, ya que la media del peso corporal expresada en kilos fue de 80,58 ($\pm 14,95$), donde de nuevo este valor se dispara en GE con un peso medio de 82,23 ($\pm 15,71$) kilos, frente al 78,93 ($\pm 14,5$) del GC, tal y como se observó anteriormente en el IMC. Por su parte, 1,71 ($\pm 0,09$) cm fue la altura media, sin existir apenas diferencias inter grupos: 1,71 ($\pm 0,1$) cm del GC y 1,71 ($\pm 0,09$) en GE.

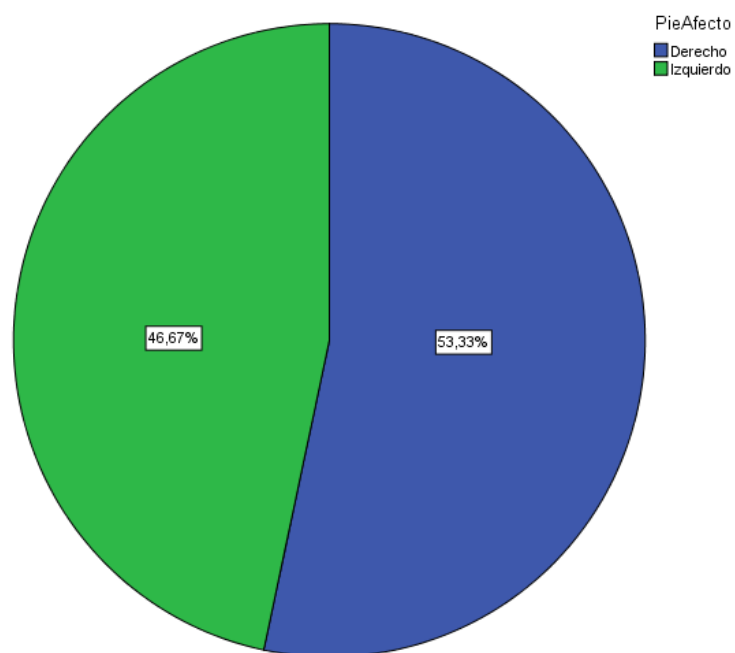


Gráfico 2. Distribución de la muestra según el pie afecto.

Tabla 2. Análisis descriptivo de las variables de estudio al inicio del estudio.

	Total (n=30)	GC (n=15)	GE (n=15)
Grosor fascia			
Sano, media (\pm DE)	3,58 (\pm 0,96)	3,78 (\pm 1,69)	3,38 (\pm 0,67)
Afecto, media (\pm DE)	5,26 (\pm 1)	5,62 (\pm 1,1)	4,91 (\pm 0,76)
Dolor			
Mañana, media (\pm DE)	7,07 (\pm 1,51)	7,6 (\pm 1,18)	6,53 (\pm 1,64)
Tras reposo, media (\pm DE)	6,07 (\pm 2,27)	6,2 (\pm 2,46)	5,93 (\pm 2,15)
FD gemelo pasivo			
Sano, media (\pm DE)	98,13 (\pm 7,32)	97,47 (\pm 6,58)	98,8 (\pm 8,18)
Afecto, media (\pm DE)	98 (\pm 7,42)	96,6 (\pm 6,45)	99,4 (\pm 8,27)
FD sóleo pasivo			
Sano, media (\pm DE)	105,9 (\pm 6,44)	105,87 (\pm 6,6)	105,93 (\pm 6,51)
Afecto, media (\pm DE)	106,23 (\pm 7,63)	104,47 (\pm 7,09)	108 (\pm 7,98)

DE: desviación estándar. FD: flexión dorsal.

Por lo que respecta a las variables basales, tanto de estudio como de control, se comportan de la forma en la que se muestran en la tabla 1. Concretamente, las medidas basales de las variables que se tienen que ceñir a los criterios de selección del estudio, en cuanto a que los pacientes incluidos deben tener como mínimo un 5 sobre 10 en la EVA en los primeros pasos de la mañana, y un grosor de la fascia plantar lesionada, superior a 4 mm, se observa que todos ellos lo cumplen (tabla 2). La media del grosor de la fascia afecta al inicio del estudio demostró un mayor engrosamiento en el GC, ya que para este grupo fue de 5,62 ($\pm 1,1$) mm, y de 4,97 ($\pm 0,76$) en el GE, completando unos 5,26 ($\pm 0,1$) mm para el total de la muestra. Por su parte, al observar el dolor a los primeros pasos del día, se aprecia que, el GC tiene un 7,6 ($\pm 1,18$) de media de dolor en la EVA y el GE un 6,53 ($\pm 1,64$), completando una media final de 7,07 ($\pm 1,51$). En lo que al dolor tras largos periodos de reposo se refiere, el valor inicial es de 6,07 ($\pm 2,27$), pero no existen cifras tan dispares inter grupos como ocurre en el caso del dolor a los primeros pasos de la mañana; puesto que el GC y el GE presentaron un 6,2 ($\pm 2,46$) y un 5,93 ($\pm 2,15$), respectivamente.

Los datos registrados en la goniometría, tanto con la rodilla en extensión completa, como con ella flexionada a 90°, se plasmaron también en la tabla 2. Por una parte, el rango de amplitud articular en FD pasiva del pie afecto con la rodilla en extensión fue de 96,6 ($\pm 6,45$) grados de media para el GC y ligeramente mayor para el GE, 99,4 ($\pm 8,27$); el total de la muestra indicó una media de 98 ($\pm 7,42$) grados de FD con la rodilla en extensión. Al medir la movilidad pasiva del tobillo en FD con la rodilla flexionada a 90°, los datos obtenidos se reflejaron de un modo similar a cuando se tomaron con la rodilla en extensión, siendo menor la movilidad en el GC que en el GE, 104,47 ($\pm 7,09$) y 108 ($\pm 7,98$) grados, respectivamente. La media de la muestra fue de 106,23 ($\pm 7,63$) grados.

7.2 COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES CLÍNICAS DE ESTUDIO AL INICIO

Los resultados de la comparación de las variables clínicas de estudio evaluadas y registradas antes de comenzar la intervención arrojan los siguientes resultados:

Tabla 3. Comparación de las variables clínicas de estudio al comenzar la intervención.

	Total (n=30)	GC (n=15)	GE (n=15)	p-valor
Grosor fascia				
Afecto, mediana (25-75)	5,05 (4,375-5,9)	5,3 (4,8-6,5)	4,7 (4,3-5,5)	0,064 ^a
Dolor				
Mañana, mediana (25-75)	7 (5-8)	8 (7-8)	7 (5-8)	0,066 ^a
Tras reposo, mediana (25-75)	7 (5-8)	7 (5-8)	7 (5-8)	0,704 ^a
FD gemelo pasivo				
Afecto, mediana (25-75)	97,5 (92-103,5)	95 (92-100)	99 (92-105)	0,31 ^b
FD sóleo pasivo				
Afecto, mediana (25-75)	107 (100,75-110,25)	104 (101-108)	109 (100-112)	0,211 ^b

- a. Prueba de Mann-Whitney.
b. Prueba de la T para muestras independientes.
FD: flexión dorsal.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas inter grupos en la variable principal, grosor de la fascia plantar, antes de poner en marcha el protocolo de tratamiento ($p>0,05$). En el pie afecto tampoco se tomaron valores con diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) de dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo. Lo mismo ocurrió al analizar los resultados obtenidos de las mediciones goniométricas de la FD del tobillo del pie afecto, tanto con la rodilla en extensión como en flexión de 90°, puesto que ninguna de ellas mostró diferencias estadísticamente significativas de un grupo respecto al otro (tabla 3).

7.3 RESULTADOS DE LAS VARIABLES CLÍNICAS DURANTE EL PERIODO DE INTERVENCIÓN

7.3.1. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

Además de lo ya comentado sobre las características basales del grosor de la fascia plantar, se puede observar que al inicio del estudio la mediana toma valores de 5,3 y 4,7 mm de grosor de fascia plantar a 0,5 cm de su origen en el calcáneo en una visión longitudinal, para el GC y el GE respectivamente; valores ambos, por encima de los 4 mm (tabla 1). De esta forma el engrosamiento de la fascia en el GC posee un valor ligeramente superior a 5 mm, y cercano a 5 mm, aunque inferior, en el GE (figura 2). Los integrantes de ambos grupos muestran un grosor de dicha fascia superior a los 4 mm, que en el GC incluye al 50% de los individuos en un rango de entre 4,8 y 6,5 mm; mientras que para el GE el 2^o y 3^{er} cuartil se encuentra entre los 4,5 y los 5,5 mm de grosor.

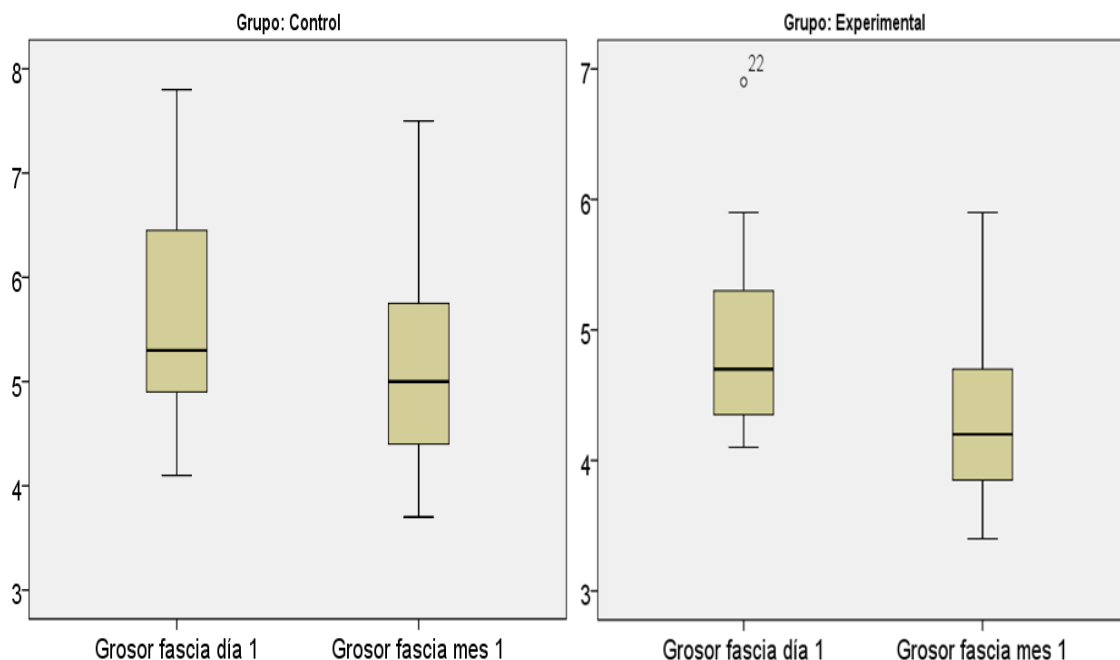


Figura 2. Evolución del grosor de la fascia plantar en 1 mes.

Tras 1 mes de intervención, el engrosamiento de la fascia plantar revela una evolución clínicamente favorable, puesto que en ambos grupos ha disminuido su tamaño, llegando incluso a disminuir la mediana en 0,5 mm en el GE, hasta alcanzar un engrosamiento de 4,2 mm (tabla 4). Esto implica que cerca del 50% del GE está próximo a los 4 mm de grosor. Otro hecho llamativo en este grupo es que después de 1 mes de estudio, el sujeto número 22, que había iniciado su participación con la fascia plantar engrosada en torno a unos 7 mm, en este momento de la medición se encuentra comprendido junto con el resto del grupo en valores aproximados de entre 3,5 y 6 mm (figura 2). Se aprecia que el GC también ha experimentado una evolución favorable en esta variable durante el mes de seguimiento, aunque menos marcada clínicamente. La mediana se llega a reducir hasta los 5 mm, pero donde más cambio se observa, en comparación con el primer día de registro ecográfico, es al observar los valores que comprenden al 2º y 3º cuartil. A pesar de que este margen todavía se observa por encima de 4 mm, vemos que ha bajado hasta situarse en los 4,3 y 5,8 milímetros respectivamente, lo que supone que en este grupo el 3º cuartil ha perdido 0,7 mm de grosor en su fascia plantar. Este comportamiento del 3º cuartil se hace extensible al GE, donde se reduce el grosor de la fascia 0,6 mm (tabla 4).

La evolución favorable de esta variable no se limita al aspecto clínico, puesto que el análisis estadístico determina una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en ambos grupos al mes de tratamiento en comparación con el día de inicio de su participación en el estudio (tabla 4).

Tabla 4. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos. 1º mes.

Evolución grosor fascia 1º Mes					
	N	Medición	Mediana	25 – 75	p-valor
Control	15	Día 1	5,3	4,8 - 6,5	0,003*
		1º mes	5,0	4,3 - 5,8	
Experimental	15	Día 1	4,7	4,3 - 5,5	0,002*
		1º mes	4,2	3,7 - 4,9	

Prueba de Wilcoxon / Grosor de la fascia plantar medida en milímetros (mm).

7.3.2. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

La variable, grosor de la fascia plantar, parte inicialmente en ambos grupos con una media de valores por encima de los 4 mm, como indicaba la tabla 1, estableciendo, como también mencionamos anteriormente, una mediana en ambos grupos en torno a 5 mm (tabla 2 y figura 2 de antes). Al reevaluar ecográficamente 1 mes después, se comprueba que, habiendo sido la mejoría estadísticamente significativa en los dos grupos, el comportamiento de la mediana es clínicamente similar en ambos, dado que el 50% de los pacientes ha experimentado una disminución de más de 0,5 mm en el grosor de su fascia plantar. Lo que lleva a destacar en favor del GE que la mitad de sus integrantes registraron una disminución del grosor de su fascia plantar patológica entre la mediana de 0,6 mm y aproximadamente 1,2 mm. Al analizar la evolución según los cuartiles, se pueden observar más diferencias. Por ejemplo, el 2º y 3^{er} cuartil mejora en ambos grupos, aunque es en el GE donde dicha evolución es más destacada, tomando el 3^{er} cuartil un valor de 0,9 mm de mejora, que es el valor al que se acerca el GC en su 4º cuartil. Por el contrario, cabe mencionar que la diferencia de esta variable en el 1^{er} cuartil del GE con respecto al valor al principio del estudio toma un valor de entre casi 0,5 mm negativos y 0,2 mm positivos, lo que indica que en el GE aparecen individuos en los que el engrosamiento de su fascia ha aumentado (figura 3).

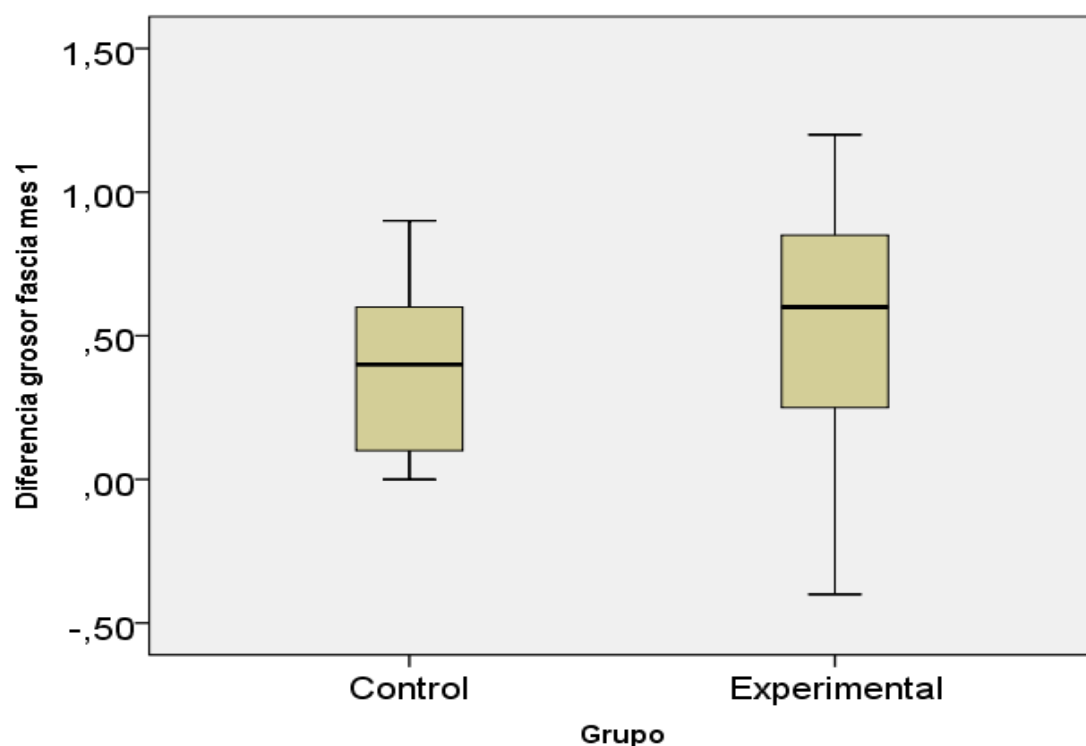


Figura 3. Comparación inter grupos de la evaluación del grosor de la fascia plantar en 1 mes.

Al comparar inter grupos la evolución del grosor de la fascia plantar no se vieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en el primer mes de seguimiento (tabla 5).

Tabla 5. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos. 1^{er} mes.

Evolución grosor fascia 1 ^{er} Mes	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25-75)	Mediana (25-75)	0,175
	0,4 (0-0,6)	0,6 (0,2-0,9)	

Prueba de Mann-Whitney / Grosor de la fascia plantar medida en milímetros (mm).

7.3.3. Evolución del dolor al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

A continuación, se detalla el comportamiento de las dos siguientes variables de estudio: el dolor a los primeros pasos de la mañana y el dolor tras largos periodos de reposo.

7.3.3.1. Evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

Lo primero que destaca al observar los diagramas de cajas sobre el dolor percibido por los pacientes en los primeros momentos del día, son los sujetos 9 y 10, integrantes del GC, que ofrecen datos que distan mucho de la normalidad del grupo, concretamente, el participante número 10, que otorga un valor máximo a su dolor según la escala EVA (figura 4). La mediana inicial en ambos grupos es similar, siendo 1 punto más alta en el GC, con 8 sobre 10 en la EVA (tabla 2). A su vez el 75% de este grupo parte de un dolor superior o igual a 7. El GE tenía un dolor inicial ligeramente más leve, puesto que el 75% del grupo se encuentra entre el 5 y el 8.

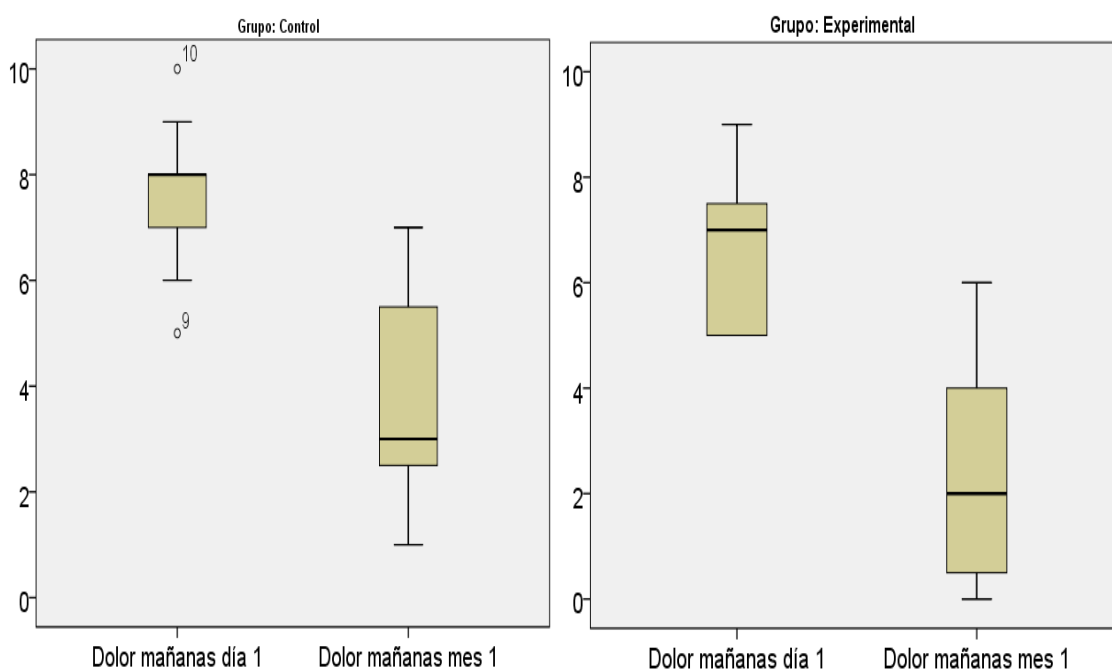


Figura 4. Evolución intra grupos del dolor a los primeros pasos de la mañana en 1 mes.

Un mes después de iniciar su participación en el proyecto, ambos grupos reflejaron una mejora clínica importante en lo que a la percepción de su dolor por las mañanas se refiere, apareciendo incluso sujetos en el GE que alcanzan el nivel 0 en la EVA; de esta forma, el 2º y 3º cuartil en este grupo al mes de tratamiento se encuentra entre 0 y 4, por lo que el 75% de los pacientes tienen menos del valor 5 inicial en la escala EVA (tabla 2). La mejora se observa también en la mediana, que pasa a ser de 3 en el GC y 2 en el GE. En el GC, aunque el 2º cuartil también ha mejorado 5 puntos, el 3º no ha bajado tanto en comparación con el GE y se queda en 2 puntos menos, en este caso 6 sobre 10.

7.3.3.2. Evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana inter grupos al 1º mes (día 0-1 mes).

La similitud de la mediana que se encontraba inicialmente en los grupos se mantiene un mes después al medir cuánto ha mejorado en ese tiempo cada grupo, puesto que en ambos casos han visto disminuido su dolor en 4 puntos en la escala EVA (figura 5). También sucede en ambos grupos que el 50% de sus integrantes ha mejorado entre 4 y alrededor de 7 puntos su dolor por las mañanas con respecto a un mes antes. El 2º y el 3º cuartil, se establecieron en los márgenes 2-6 para el GC, y 3-5 en el GE (tabla 6). La nota opuesta la encontramos en el GC, donde el 25% apenas ha percibido una reducción del dolor de 0 a 2 puntos, con lo que hay sujetos que no han detallado ningún cambio con respecto a cuando iniciaron el tratamiento.

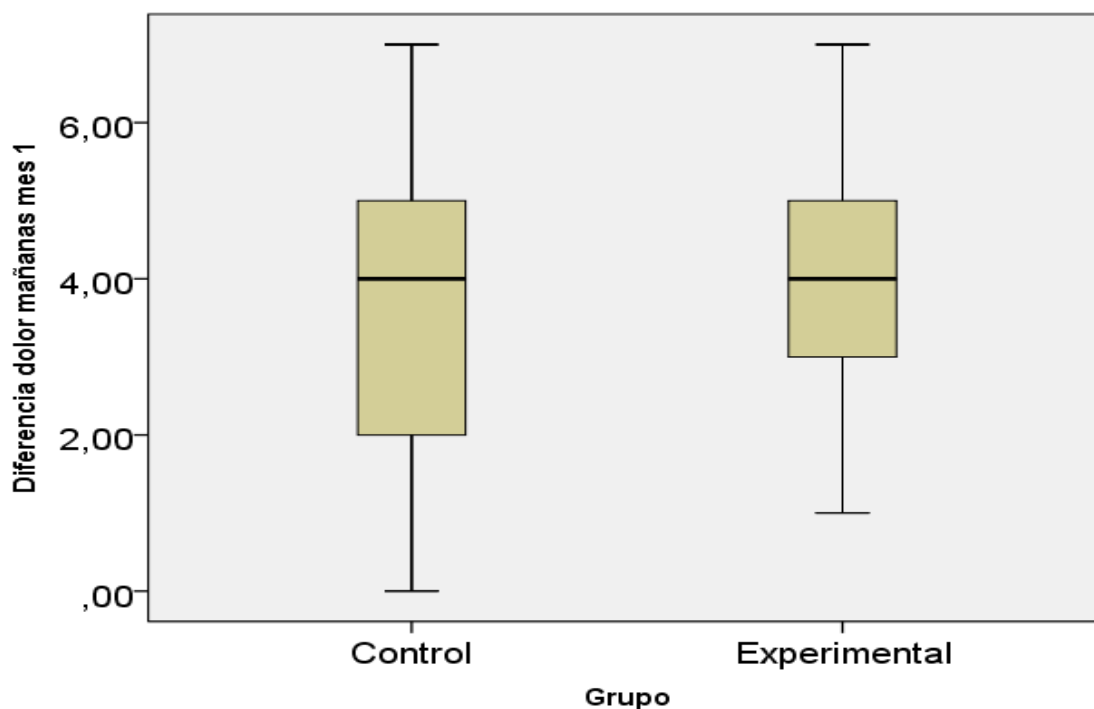


Figura 5. Comparación inter grupos de la evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana en 1 mes.

7.3.3.3. Evolución del dolor tras largos periodos de reposo intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

La variable de dolor tras largos periodos de reposo ofrece registros más dispares que la variable dolor en los primeros pasos de la mañana, que ha sido analizada anteriormente. De hecho, en ambos grupos están incluidos pacientes que destacan en el análisis por su dolor anormalmente bajo en comparación con el resto de los compañeros de grupo. Es el caso del sujeto número 19 perteneciente al GE, con una valoración de 1, o del sujeto 4, que en el GC no describe ningún tipo de dolor tras largos periodos de reposo. Este sujeto en particular es opuesto a un 25% de compañeros de grupo que indicaron una percepción de dolor de 8 a 10 para esta variable (figura 6). En el momento de la toma de datos, ambos grupos presentaron los mismos valores para esta variable en su mediana y en el 2º y 3º cuartil: 7 de mediana y 5 y 8 de 2º y 3º cuartil (tabla 6). Respecto a las puntuaciones máximas otorgadas, un 50% de los pacientes del GE valora su dolor tras largos periodos de reposo entre una puntuación de 7 y una de 8; por su parte en el GC este mismo porcentaje de sujetos alcanza el 4º cuartil con la máxima puntuación de la EVA.

De nuevo tras 1 mes de intervención, las medianas en ambos grupos vuelven a estar igualadas, en este caso en 4 puntos de 10 posibles. Lo mismo ocurrió con los 3^{os} cuartiles, que disminuyeron hasta un valor de 5, pero no con los 2^{os}, donde en el GE llegó a una reducción completa de la sintomatología tras un periodo de reposo prolongado.

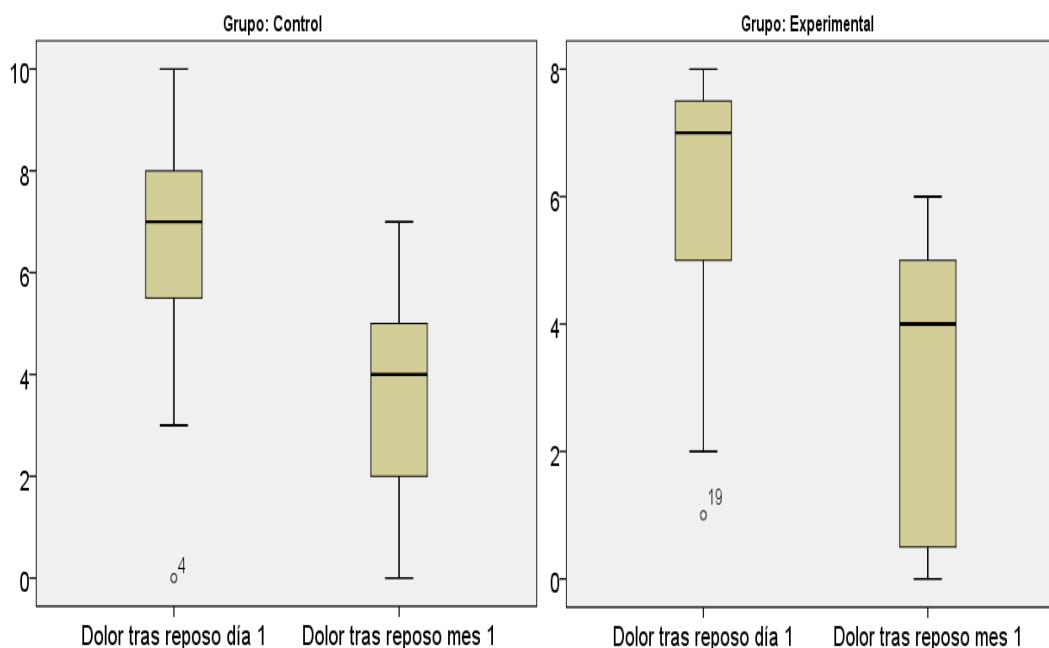


Figura 6. Evolución intra grupos del dolor tras largos periodos de reposo en 1 mes.

7.3.3.4. Evolución del dolor tras largos periodos de reposo inter grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

Al comparar inter grupos el dolor tras largos periodos de reposo, se aprecian mejoras llamativas en dos individuos, uno en cada grupo. En el GC se trata del sujeto 12 y del 28 en el GE (figura 7). En lo que a la mediana respecta, se observa que en ambos grupos es de 2 (tabla 7). Con el 3^{er} cuartil también se observa que para ambos grupos la puntuación de la mejora es de 4. Por otra parte, destaca que en el GE hay algunos participantes que lejos de mejorar, refieren un empeoramiento de su dolor tras largos periodos de reposo.

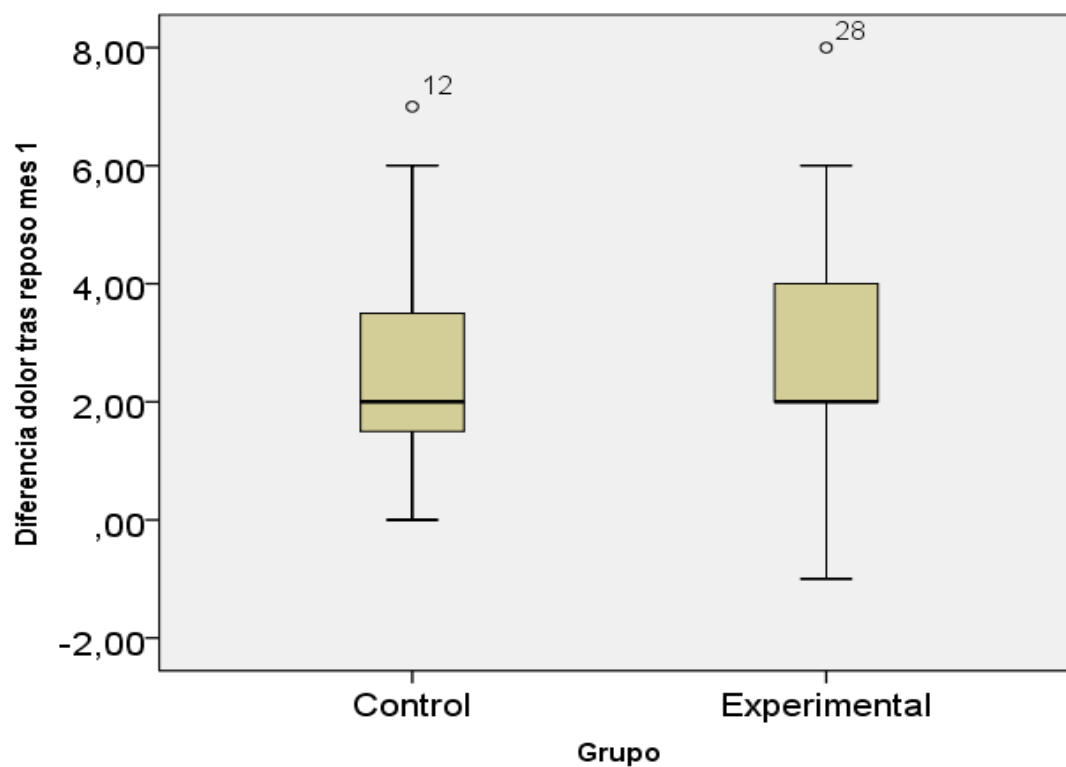


Figura 7. Comparación inter grupos de la evolución del dolor tras largos periodos de reposo en 1 mes.

7.3.3.5. Inferencia estadística de la evolución del dolor intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

De igual modo que ocurrió con el análisis inferencial en la variable grosor de la fascia plantar, ambos grupos han tenido una disminución estadísticamente significativa de su dolor entre el pre y el post tratamiento, tanto a los primeros pasos de la mañana, como tras largos periodos de reposo ($p < 0,05$).

Tabla 6. Evolución del dolor intra grupos. 1^{er} mes.

Evolución dolor	Grupo	n	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Primeros pasos de la mañana	Control	15	Día 1	8	7 – 8	0,001*
			1 ^{er} mes	3	2 – 6	
	Experimental	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			1 ^{er} mes	2	0 – 4	
Tras largos periodos de reposo	Control	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			1 ^{er} mes	4	2 – 5	
	Experimental	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			1 ^{er} mes	4	0 – 5	

Prueba de Wilcoxon / Dolor medido con la escala EVA de 10 puntos.

7.3.3.6. Inferencia estadística de la evolución del dolor inter grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

Cuando se comparan los grupos tras un mes de intervención, se vio que no existió mejora estadísticamente significativa de uno respecto al otro ($p > 0,05$).

Tabla 7. Evolución del dolor inter grupos. 1^{er} mes.

Evolución dolor	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25 - 75)	Mediana (25 - 75)	
Primeros pasos de la mañana	4 (2 – 6)	4 (3 – 5)	0,737
Tras largos periodos de reposo	2 (1 – 4)	2 (2 – 4)	0,849

Prueba de Mann-Whitney / Dolor medido con la escala EVA de 10 puntos.

7.3.4. Evolución de la flexión dorsal de tobillo al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

En el presente apartado, se comprueban los cambios ocurridos en las dos variables de estudio que se encargan de medir el ROM de la flexión dorsal de tobillo del pie afecto. Para ello se empleó la medición goniométrica de dicho movimiento, primero, con la rodilla del paciente en extensión completa, y segundo, con la rodilla a 90° de flexión.

7.3.4.1. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

Al medir el RM de la FD del pie afecto 4 semanas después de comenzar el abordaje terapéutico se puede observar que ambos grupos aumentan este parámetro, aunque al comienzo del estudio, en ambos grupos se encuentran sujetos que no alcanzan los 90° de FD (figura 8). Al principio del estudio, la mediana del GC se sitúa en 95° y la del GE en 99°; un mes después, 101° y 104° de FD son los datos obtenidos (tabla 8). La mitad de los participantes en el GC, que se encontraba entre 92° y 100° al

principio, en este momento de reevaluación pasa a estar entre 96° y 105°. El 50% de los sujetos del GE pasa de 92°-105° a 100°-108°.

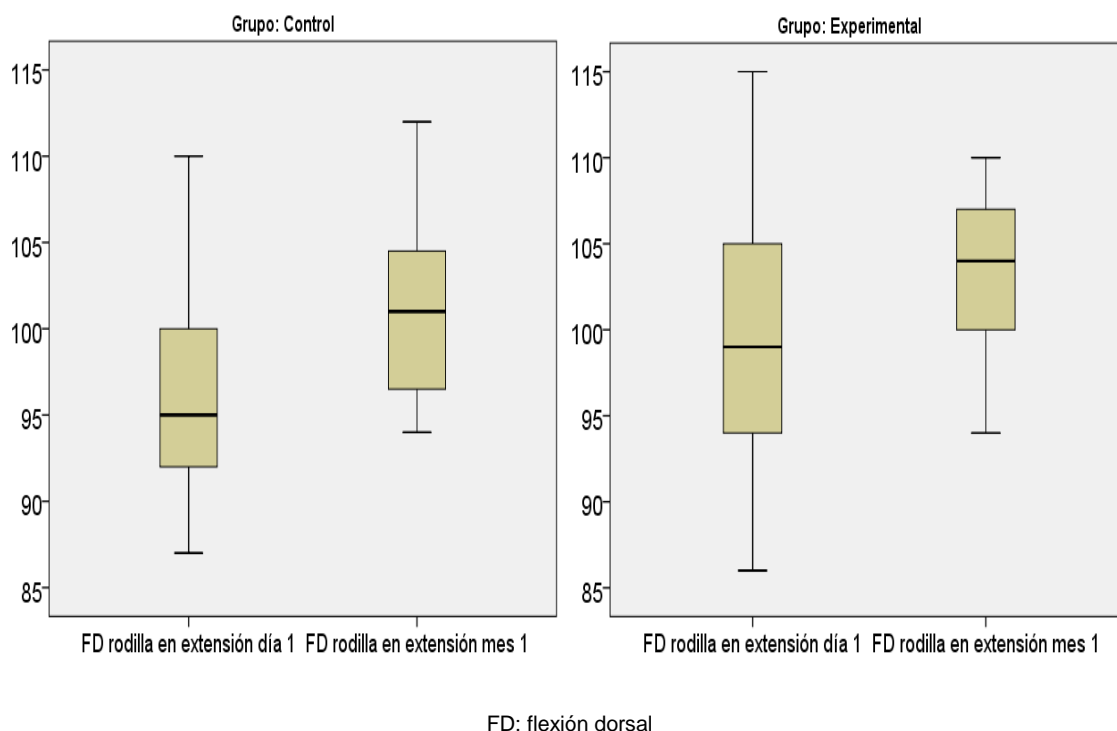


Figura 8. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 1 mes.

7.3.4.2. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión inter grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

La cantidad de aumento del RM es 3° mayor en el GC, para el que el incremento es de 6° y en el GE de 3° (tabla 9). Un dato llamativo de este análisis es que el 2° cuartil del GE adquiere un valor -1°, esto es, 1° menos que en el GC, que no ha cambiado y se queda en los 0°. El dato que destaca todavía más es revelado al observar de nuevo el diagrama de cajas, y es que un 25% de los individuos del GE se ubica entre el 2° cuartil y un valor localizado entre los 5° y 10° negativos, por lo que en lugar de tener más ROM de FD de tobillo, tienen menos después de 1 mes de tratamiento (figura 9). Del mismo modo, destaca en este grupo otro 25% que tiene su margen de mejora entre el 3^{er} cuartil (10°) y el 4° cuartil, que se ubica en una cifra cercana a 20°.

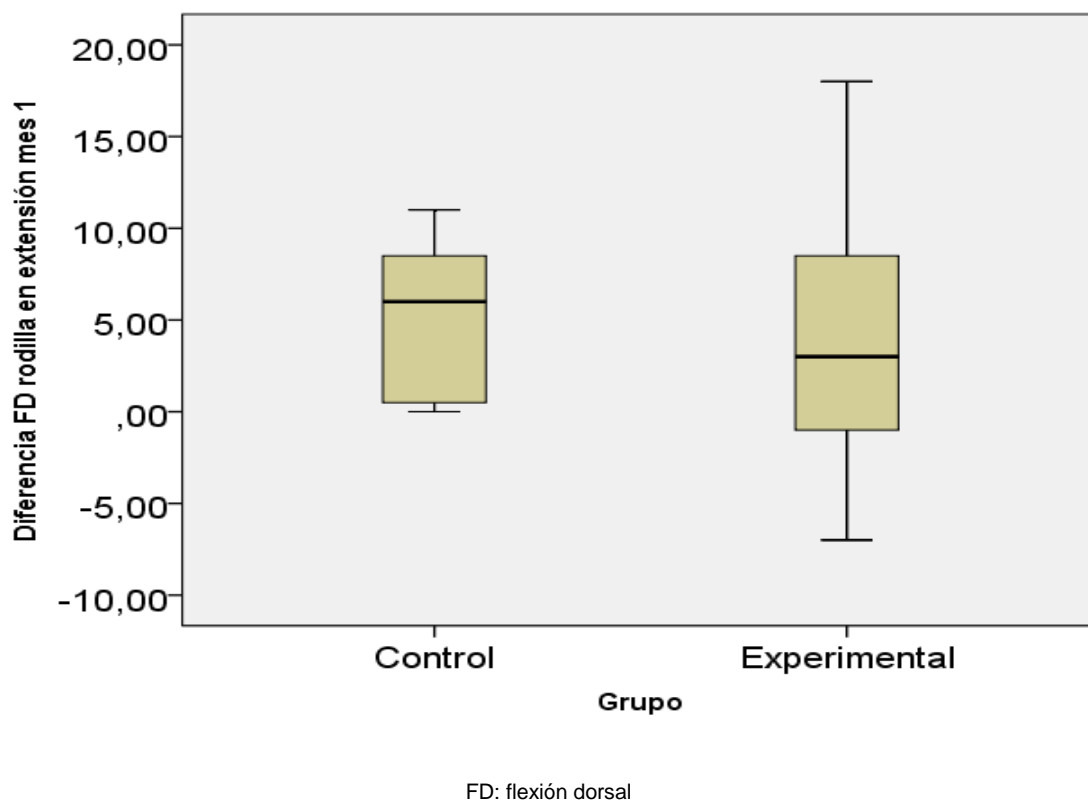


Figura 9. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 1 mes.

7.3.4.3. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión de 90° intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

En la estadística descriptiva del registro goniométrico del RM de FD con la rodilla del paciente a 90° de flexión, de entrada, se parte de valores de amplitud de movimiento superiores a los de la variable anterior. A continuación, en el GC, destacan dos sujetos por sus valores diferentes al resto de miembros, ya que ambos inician el estudio con un RM de alrededor de 90° de FD. En este mismo grupo aparece el individuo número 10, que sobresale del resto por encontrarse en torno a los 120° de FD (figura 10). En este sentido, en el GE solo aparece el paciente número 20, que presenta un valor basal de unos 90° de FD al medir con la rodilla en flexión.

Por lo que respecta a los datos reflejados al mes de seguimiento, lo primero que hay que señalar es el escaso cambio clínico que sufre esta variable en el GE, donde la mediana apenas varía desde los 109° al inicio del estudio, hasta los 110° tras

1 mes; hecho que se repite con el 2º y el 3º cuartil, al pasar de 100º-112º a 100º-113º, respectivamente (tabla 8). Por su parte, el GC sí que parece mostrar cambios a mejor, puesto que su mediana pasa de 104º a 108º, y la mitad de sus integrantes de estar entre 92º-95º a 96º-105º.

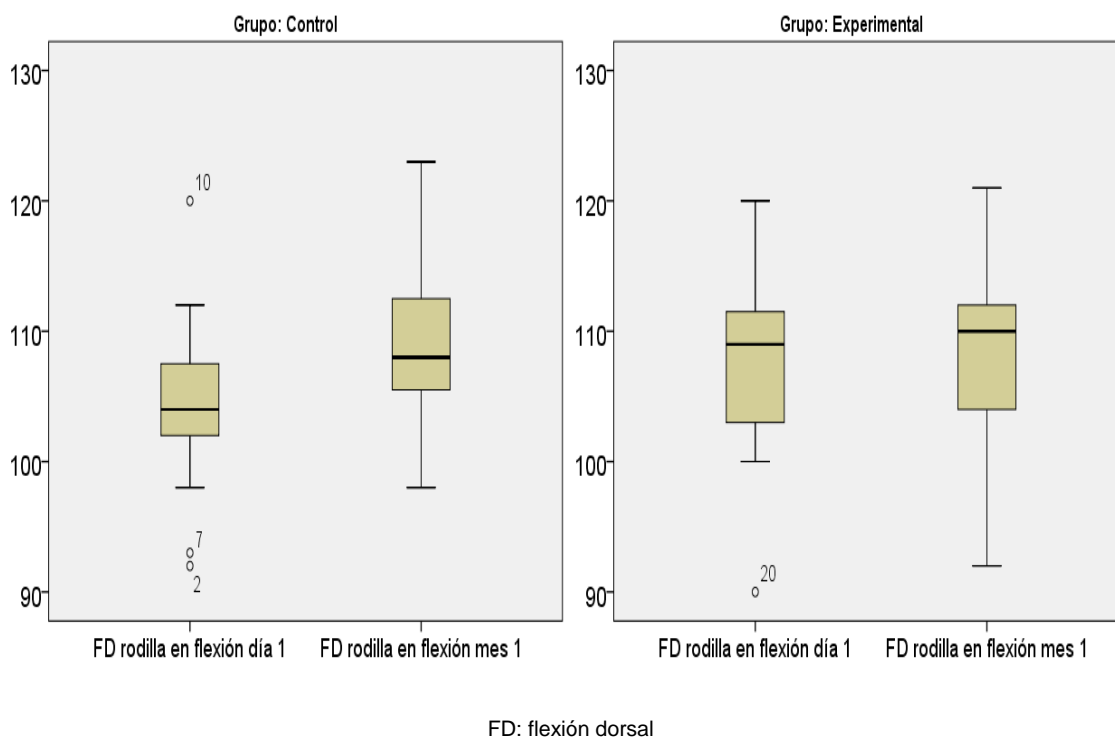


Figura 10. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 1 mes

7.3.4.4. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión de 90º inter grupos al 1º mes (día 0-1 mes).

En este apartado se confirma el poco margen de mejora que se aprecia en la evolución pre y post de cada grupo. La mediana aumenta 4º en el GC y se mantiene en el GE (tabla 9). La ligera mejoría clínica que se observa en este punto en favor del GC, se observa también cuando se reflejan los datos de los 2º y 3º cuartiles, puesto que en el GC han subido 2º y 6º respectivamente, pero en el GE se han establecido en -2º y 2º. La figura 11 arroja más datos sobre la diversidad de las mediciones obtenidas. En ella destacan en el GE, los participantes 25 y 29 con valores cercanos a una evolución negativa de 10º. En el GC siguen destacando el 7 y el 10, que en el

análisis del apartado anterior también destacaban por sus cifras fuera de la normalidad del grupo. El número 10 que ofrecía un RM amplio, lo ha visto disminuido 1 mes después en unos 5°; mientras que el 7, que superaba por poco los 90° de FD, ha visto incrementado su RM algo más de 20°.

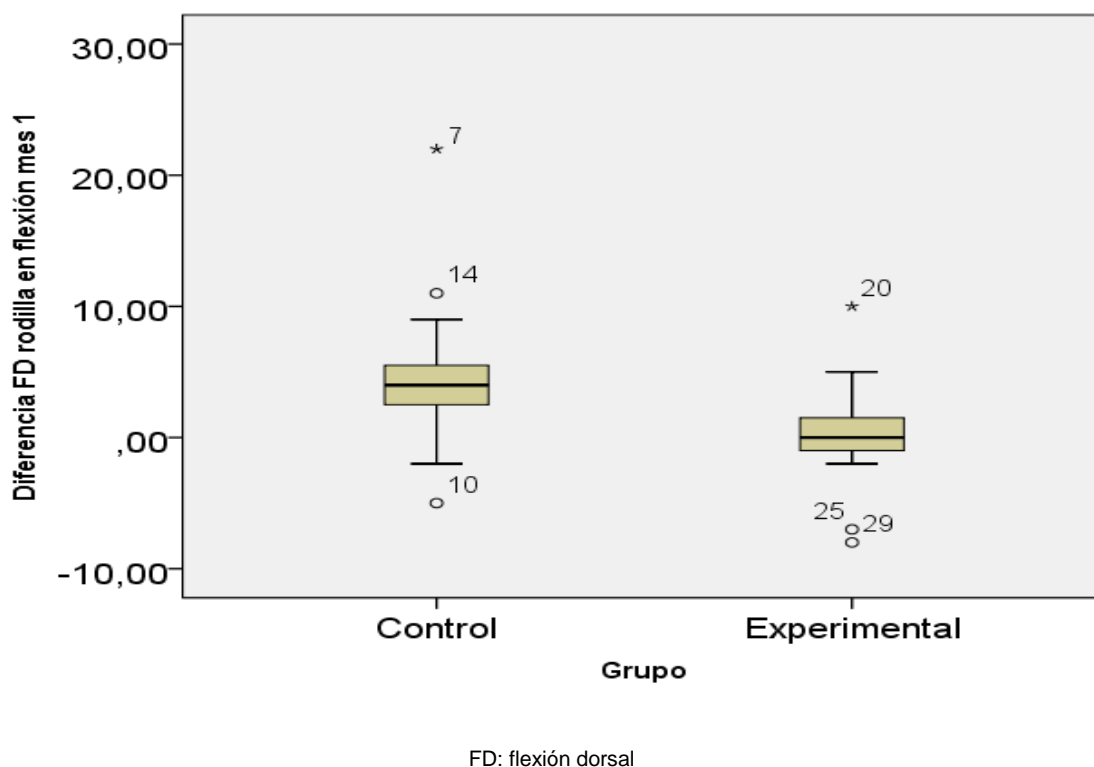


Figura 11. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 1 mes.

7.3.4.5. Inferencia estadística de la evolución de la flexión dorsal de tobillo intra grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

Después de apreciar la evolución clínica de la FD del tobillo afecto con la rodilla en extensión y con la rodilla a 90° de flexión, el análisis inferencial de cada grupo muestra una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) tras 1 mes de intervención en ambos grupos para la variable FD con rodilla en extensión. Este mismo análisis también establece una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el mismo periodo para el GC en la variable FD con rodilla en flexión, pero no ha encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en el pre y post del GE en el mismo espacio de tiempo (tabla 8).

Tabla 8. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo intra grupos. 1^{er} mes.

Evolución						
flexión dorsal	Grupo	n	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Flexión dorsal con rodilla en extensión	Control	15	Día 1	95	92-100	0*
			1 ^{er} mes	101	96-105	
	Experimental	15	Día 1	99	92-105	0,046*
			1 ^{er} mes	104	100-108	
Flexión dorsal con rodilla en flexión	Control	15	Día 1	104	101-108	0,012*
			1 ^{er} mes	108	105-115	
	Experimental	15	Día 1	109	100-112	0,862
			1 ^{er} mes	110	100-113	

Prueba de la T para muestras relacionadas / Goniometría de la flexión dorsal de tobillo medida en grados (°).

7.3.4.6. Inferencia estadística de la evolución de la flexión dorsal de tobillo inter grupos al 1^{er} mes (día 0-1 mes).

La inferencia estadística no ofreció diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) de un grupo respecto al otro para la variable FD con rodilla en extensión, por lo que no existen diferencias en la evolución clínica favorable que los grupos presentaron al comparar la estadística descriptiva inter grupos. Por el contrario, en la evolución del ROM de FD con la rodilla a 90° de flexión sí que se vio una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en favor del GC (tabla 9).

Tabla 9. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo inter grupos. 1^{er} mes.

Evolución flexión dorsal	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25 - 75)	Mediana (25 - 75)	
Flexión dorsal con rodilla en extensión	6 (0 – 9)	3 (-1 – 10)	0,651
Flexión dorsal con rodilla en flexión	4 (2 – 6)	0 (-2 – 2)	0,032*

Prueba de la T para muestras independientes / Goniometría de la flexión dorsal de tobillo medida en grados (°).

7.4 EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES CLÍNICAS DURANTE EL PERIODO DE SEGUIMIENTO

7.4.1. Seguimiento al 3^{er} mes

7.4.1.1. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

En la figura 12 destaca que el sujeto 22, incluido en el GE, ya tiene un grosor de la fascia plantar que se encuentra entre la normalidad de su grupo. El 50% del GE se encuentra con 4 mm o menos de engrosamiento de la fascia (tabla 10) y alrededor 75% aproximadamente menos de 4,5 mm, en concreto 4,4 mm. A su vez, el GC muestra valores ligeramente superiores, ya que la mediana se establece en 4,6 mm y el 3^o cuartil en 5,8 mm; el 2^o cuartil marca 4,1 mm, por lo que, en este grupo por debajo de 4 mm de grosor tenemos a menos del 25% de sus integrantes. A pesar de esta diferencia en el parámetro clínico, el GC al igual que el GE, ofrecen una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) respecto a los valores que presentaban al inicio del estudio.

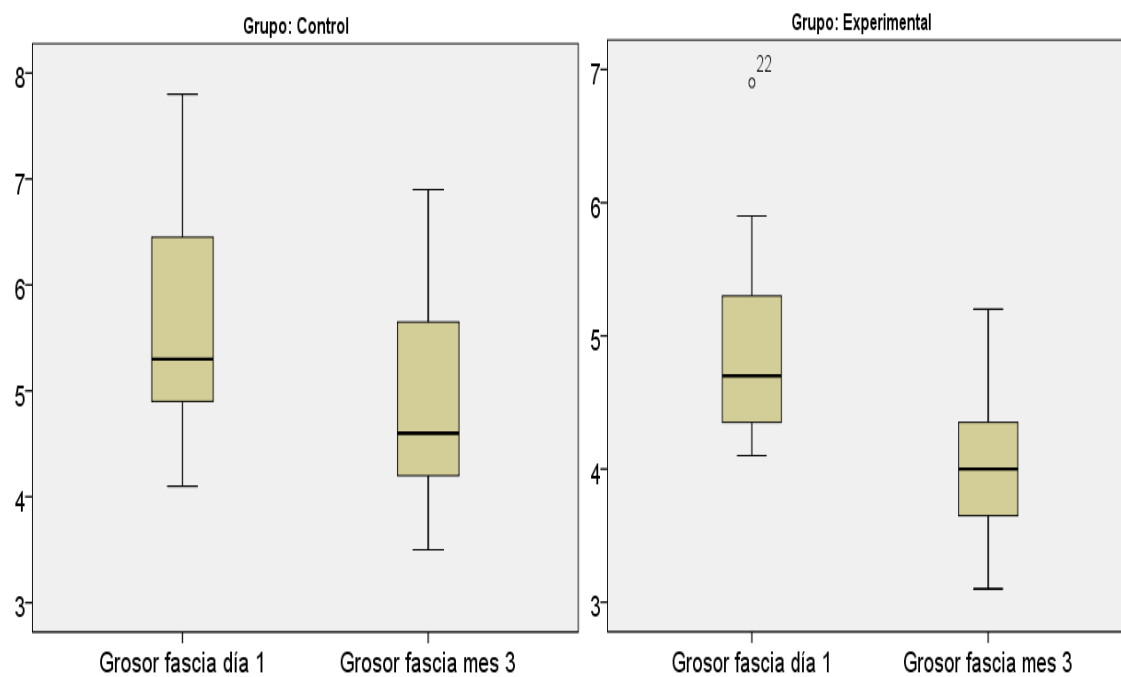


Figura 12. Evolución del grosor de la fascia plantar en 3 meses.

Tabla 10. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos. 3^{er} mes.

Evolución grosor fascia 3 ^{er} Mes					
	N	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Control	15	Día 1	5,3	4,8 - 6,5	0,001*
		3 ^{er} mes	4,6	4,1 - 5,8	
Experimental	15	Día 1	4,7	4,3 - 5,5	0,001*
		3 ^{er} mes	4,0	3,6 - 4,4	

Prueba de Wilcoxon / Grosor de la fascia plantar medida en milímetros (mm).

7.4.1.2. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos al 3^{er} mes.

La evolución que ha experimentado la variable principal del estudio muestra que en este mes 3 ni un solo participante ha visto incrementado o no ha mejorado el grosor de su fascia plantar (figura 13). De la totalidad de la muestra, el individuo en el que más ha disminuido el grosor de su fascia es en el 12, con una diferencia de más de 2 mm. En el GE, aparecen los números 21, 22 y 25 con una evolución que destaca sobre la de sus compañeros de grupo; mientras que el 29 se diferencia por un menor cambio. Esta comparación inter grupos determina que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), hecho que se contempla con la estadística descriptiva, que apenas refleja diferencias entre el GC y el GE, como en la mediana y el 3^o cuartil (tabla 11).

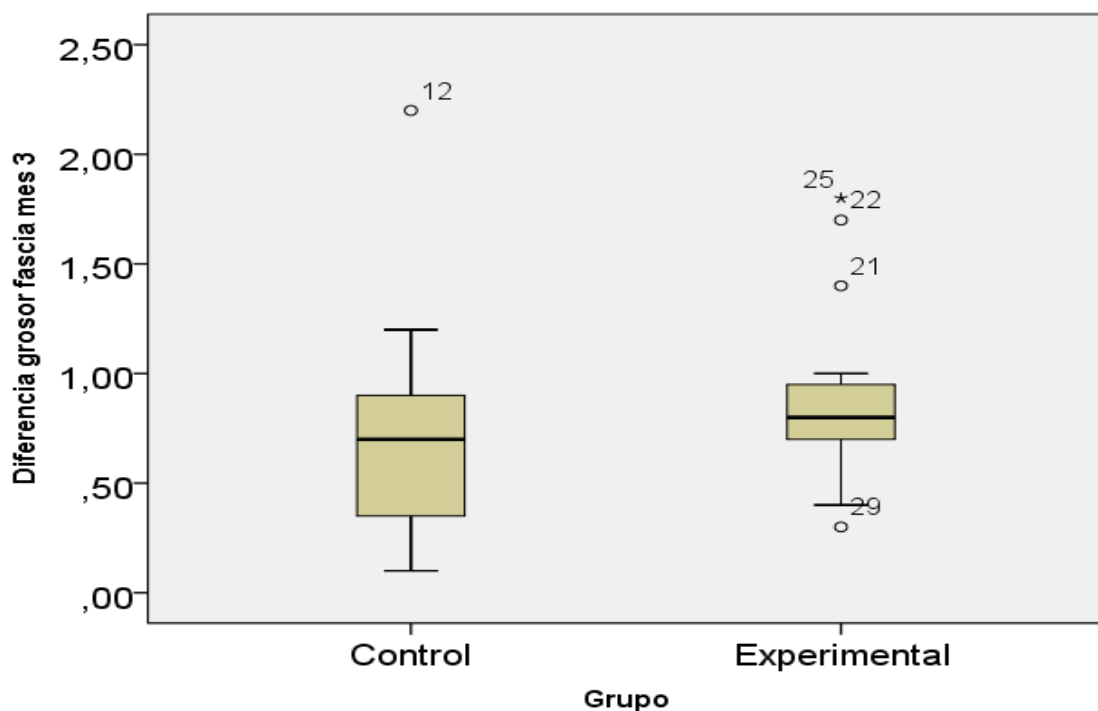


Figura 13. Comparación inter grupos de la evolución del grosor de la fascia plantar en 3 meses.

Tabla 11. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos. 3^{er} mes.

Evolución grosor fascia 3 ^{er} Mes	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25-75)	Mediana (25-75)	0,250
	0,7 (0,2-0,9)	0,8 (0,7-1)	

Prueba de Mann-Whitney / Grosor de la fascia plantar medida en milímetros (mm).

7.4.1.3. Evolución del dolor al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

Se ofrecen debajo de estas líneas los resultados relativos al dolor obtenidos 3 meses después de iniciar el estudio. Al igual en el anterior periodo de 1 mes, se detalla el comportamiento del dolor a los primeros pasos de la mañana y el dolor tras largos periodos de reposo.

7.4.1.3.1. Evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana intra grupos al 3er mes (día 0-3 mes).

Los sujetos 9 y 10, que al empezar el estudio mostraron valores fuera de la normalidad, se encuentran en este 3^o mes dentro de la normalidad de los valores de sus compañeros del GC (figura 14). En ambos grupos se aprecia un importante y similar cambio clínico en el dolor a los primeros pasos de la mañana, y es que los dos tienen al 75% de sus participantes en un margen que se estima entre el 0 y el 2; si bien es cierto que existen unos 2 puntos de diferencia en favor del GE cuando se centra la atención en la mediana.

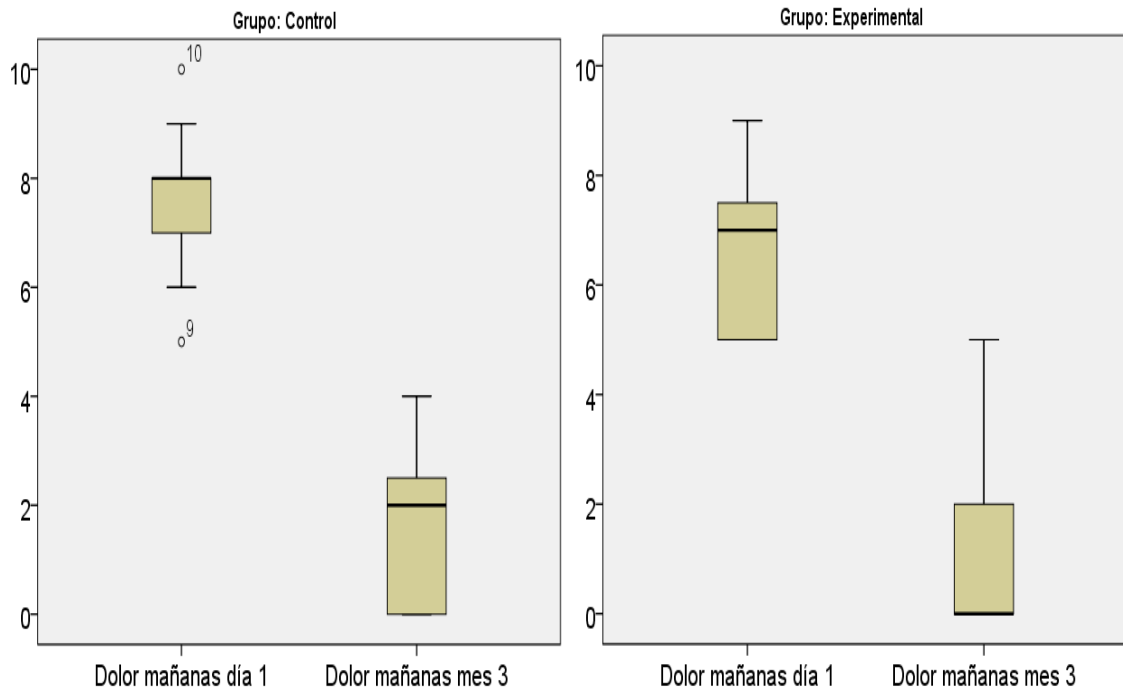


Figura 14. Evolución intra grupos del dolor a los primeros pasos de la mañana en 3 meses.

7.4.1.3.2. Evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana inter grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

En este diagrama de cajas se ve lo que ya se intuía en el anterior apartado (figura 15). Al comparar el dolor en los primeros pasos de la mañana inter grupos, queda claro el importante cambio que los participantes han tenido en esta variable de estudio. Conviene también, mencionar al individuo número 26, que su cambio supuso menos de 2 puntos en la escala EVA.

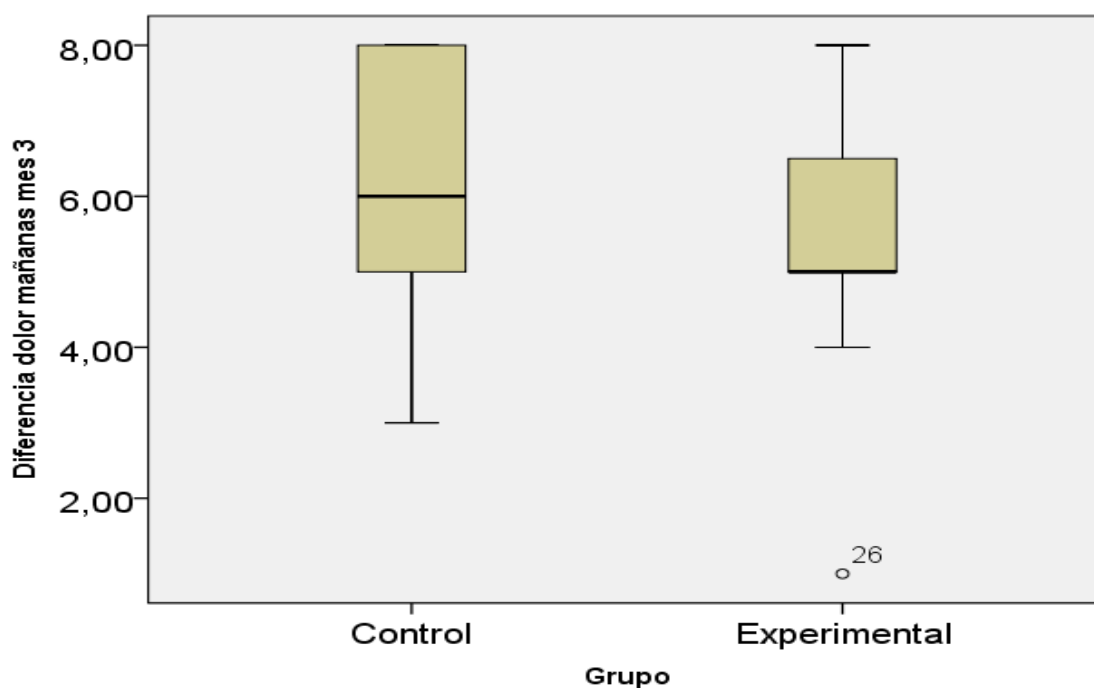


Figura 15. Comparación inter grupos de la evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana en 3 meses.

7.4.1.3.3. Evolución del dolor tras largos periodos de reposo intra grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

La evolución del dolor tras largos periodos de reposo desarrolló unos resultados similares en este 3^o mes a los que ofreció el dolor a los primeros pasos de la mañana (figura 16). Los 3^o cuartiles de ambos grupos ostentan prácticamente los mismos valores, pero en este caso, la mediana del GC tiene un valor menor que la del GE. En esta ocasión, el sujeto 4 y el 19 ya no muestran valores fuera de la normalidad de sus respectivos grupos.

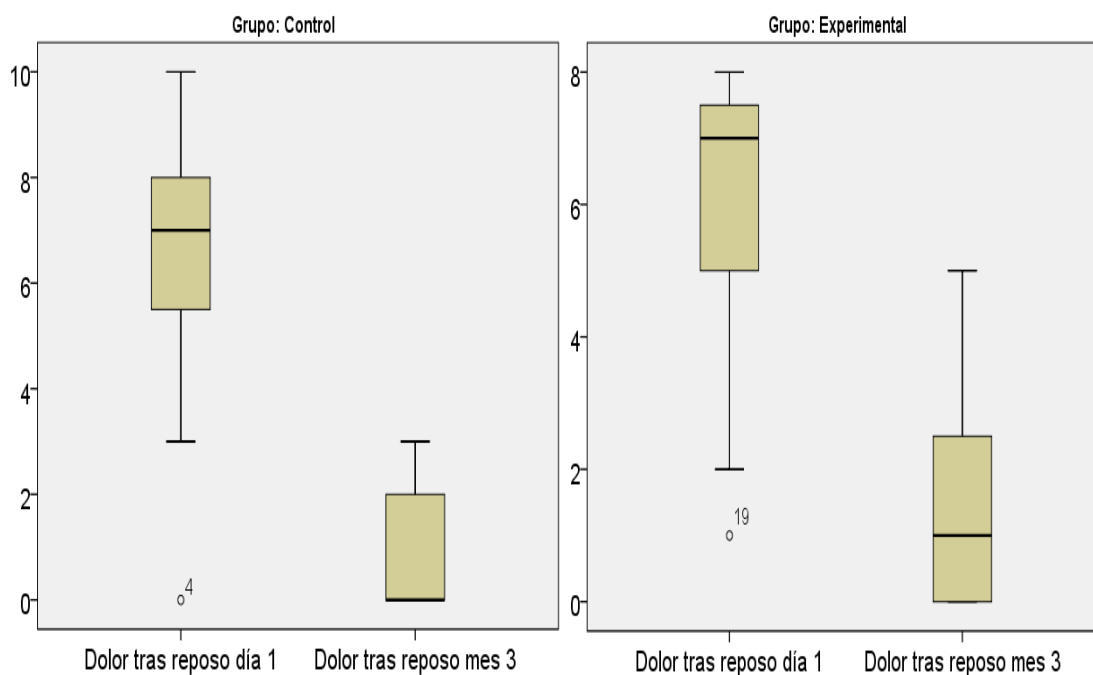


Figura 16. Evolución intra grupos del dolor tras largos periodos de reposo en 3 meses.

7.4.1.3.4. Evolución del dolor tras largos periodos de reposo inter grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

En este apartado, destacan la marcada mejoría del individuo 10, la poca mejoría del número 2 con apenas 2 puntos de mejora, y el 4, que no ha sufrido ningún cambio (figura 17), ya que al inicio del estudio ya refirió un 0 sobre 10 en la EVA para el dolor tras largos periodos de reposo.

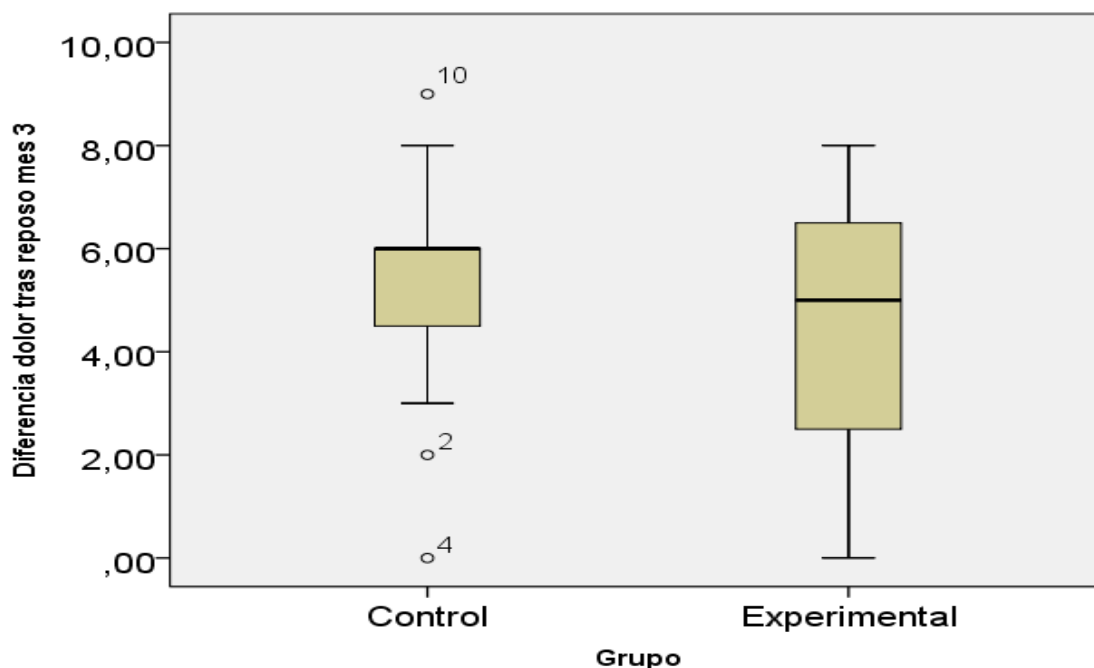


Figura 17. Comparación inter grupos de la evolución del dolor tras largos periodos de reposo en 3 meses.

7.4.1.3.5. Inferencia estadística de la evolución del dolor intra grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

La distribución de frecuencias (tabla 12) permite precisar los valores que se podían ver en los diagramas de cajas de los anteriores apartados. El dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo, presentan valores parecidos en ambos grupos, para la mediana, el 2º y el 3º cuartil. La inferencia estadística confirma que el GC y el GE obtuvieron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) tanto para el dolor a los primeros pasos de la mañana, como tras largos periodos de reposo.

Tabla 12. Evolución del dolor intra grupos. 3^{er} mes.

Evolución dolor	Grupo	N	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Primeros pasos de la mañana	Control	15	Día 1	8	7 – 8	0,001*
			3 ^{er} mes	2	0 - 3	
	Experimental	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			3 ^{er} mes	0	0 – 2	
Tras largos periodos de reposo	Control	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			3 ^{er} mes	0	0 – 2	
	Experimental	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			3 ^{er} mes	1	0 – 3	

Prueba de Wilcoxon / Dolor medido con la escala EVA de 10 puntos.

7.4.1.3.6. Inferencia estadística de la evolución del dolor inter grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

El dolor en los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo ha mejorado 6 puntos de mediana en el GC y 5 en el GE (tabla 13), lo que supuso que no hubiese mejoras estadísticamente significativas de un grupo frente al otro ($p>0,05$).

Tabla 13. Evolución del dolor inter grupos. 3^{er} mes.

Evolución dolor	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25 - 75)	Mediana (25 - 75)	
Primeros pasos de la mañana	6 (5-8)	5 (5-7)	0,275
Tras largos periodos de reposo	6 (4-6)	5 (2-7)	0,425

Prueba de Mann-Whitney / Dolor medido con la escala EVA de 10 puntos.

7.4.1.4. Evolución de la flexión dorsal de tobillo al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

En el 3^o mes de seguimiento, también se analizarán los cambios ocurridos en el ROM de la FD de tobillo dentro de un mismo apartado. A continuación, se detallan los resultados de la evolución del ROM con la rodilla con extensión de rodilla y flexión de 90°.

7.4.1.4.1. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión intra grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

Gracias a los diagramas de cajas, se puede observar que el abanico de valores entre los que se comprenden los grupos en el 3^o mes muestra una mejoría generalizada, con excepción de algún o algunos sujetos del GE, en los que el ROM de FD se redujo (figura 18). Pero lo que se puede afirmar es que la muestra al completo registró valores superiores a los 90° de FD.

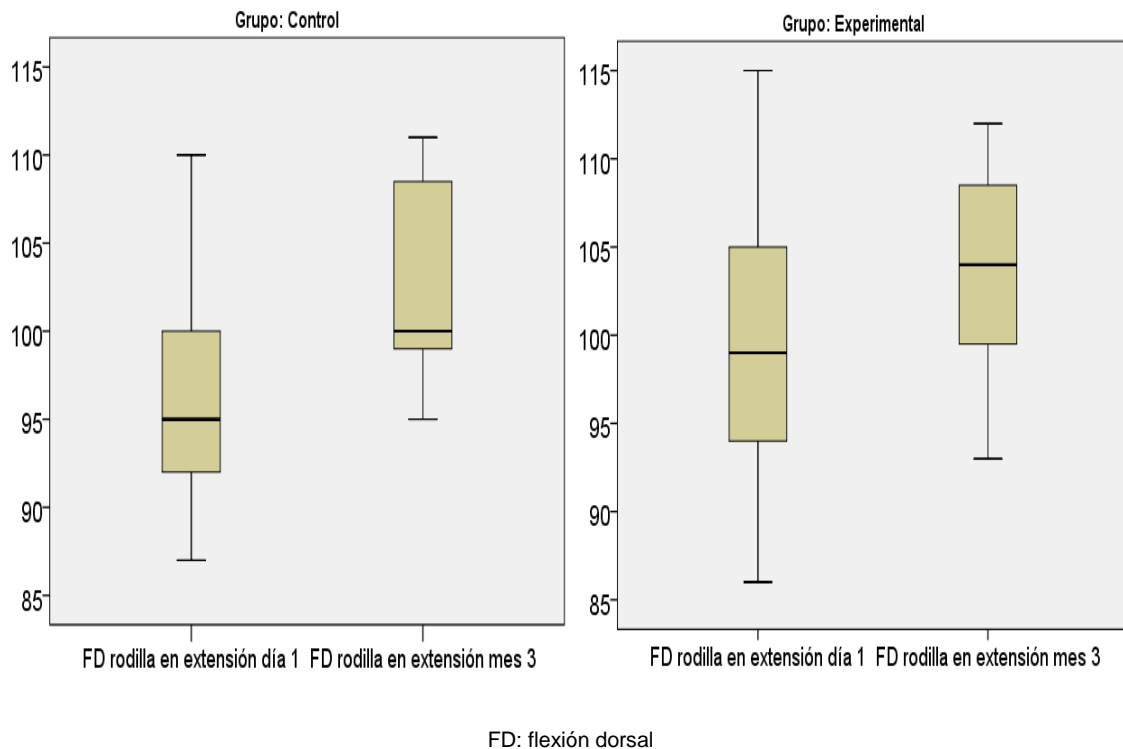


Figura 18. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 3 meses.

7.4.1.4.2. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión inter grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

La comparativa entre grupos arroja datos que informan de pacientes en ambos grupos que tienen una evolución a menos ROM de FD. Esta información contrasta con el hecho de que alrededor del 25% de los integrantes del GC y el GE, aumentaron la movilidad de FD de tobillo 10° o más (figura 19).

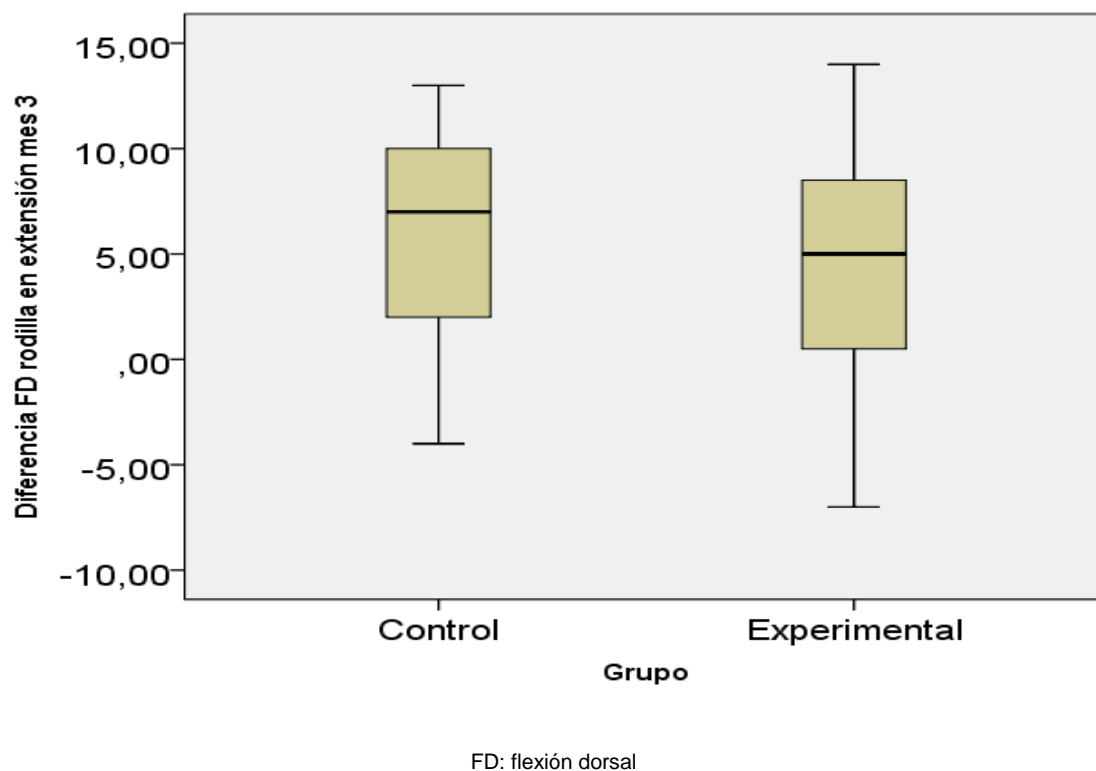


Figura 19. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 3 meses.

7.4.1.4.3. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión de 90° intra grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

En la figura 20 se puede ver que salvo el individuo número 8 en el GC y el 20 en el GE, el resto de los participantes parece encontrarse en 100° de FD de tobillo con la rodilla en flexión de 90° o más. A su vez, el 14 y el 24 se acercan a los 120°. Respecto a la mediana, el GE posee 110° y el GC incrementa su ROM hasta los 109° (tabla 14).

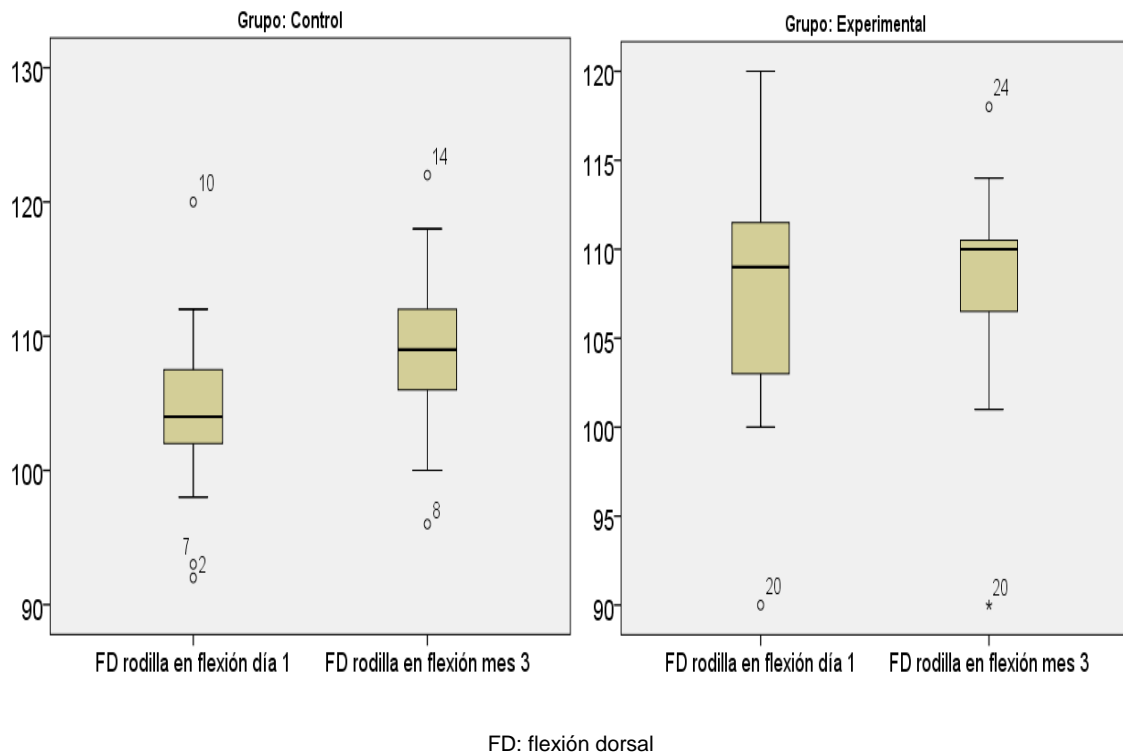


Figura 20. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 3 meses.

7.4.1.4.4. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión de 90° inter grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

Un buen número de participantes ha perdido movilidad en estos 3 meses, principalmente en el GE, donde el 2º cuartil ha tenido una evolución de 3º negativos y la mediana del grupo se sitúa en 1º de FD (tabla 15). La mitad de los componentes del GC han mejorado 5º o más. Los individuos 8, 22 y 25 presentan un déficit de movilidad de unos -10º con respecto al 1º día (figura 21). Por contra, el número 7 mejora aproximadamente 20º.

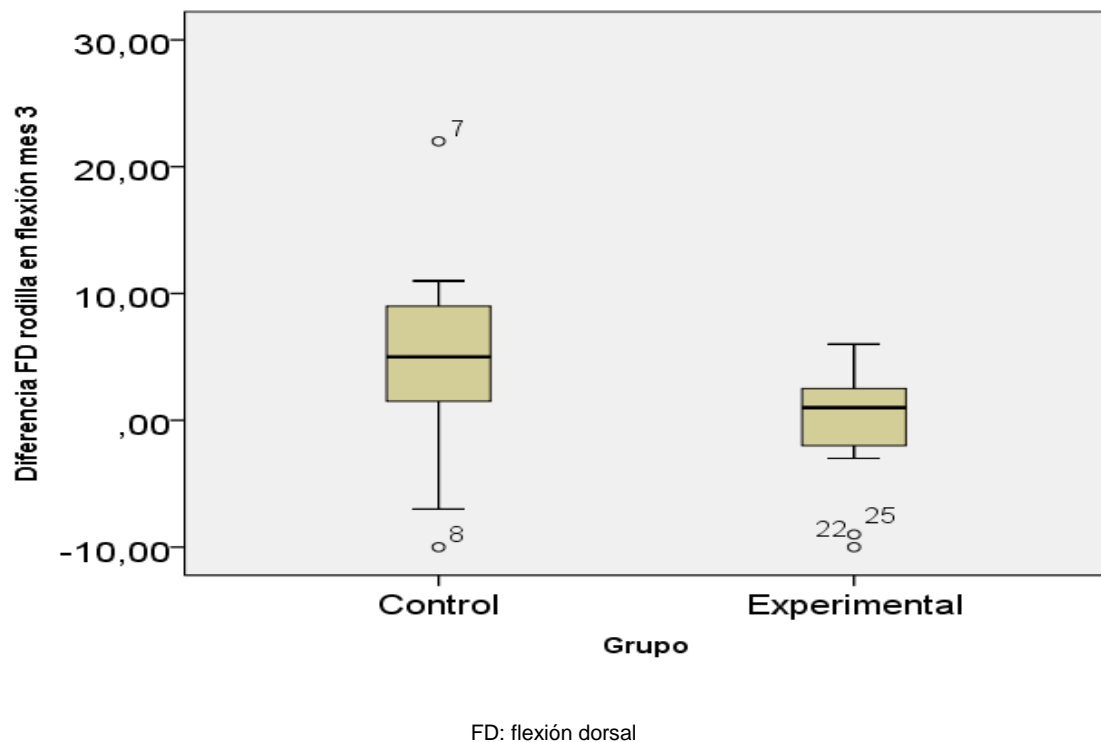


Figura 21. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 3 meses.

7.4.1.4.5. Inferencia estadística de la evolución de la flexión dorsal de tobillo intra grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

El análisis inferencial refleja mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para ambos grupos al medir la FD de tobillo con rodilla en extensión y para la FD del GC con la rodilla flexionada 90° ; mientras que el análisis de esta variable en el GE no obtuvo mejoras estadísticamente significativas ($p > 0,05$) (tabla 14).

Tabla 14. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo intra grupos. 3^{er} mes.

Evolución flexión dorsal	Grupo	N	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Flexión dorsal con rodilla en extensión	Control	15	Día 1	95	92 – 100	0,001*
			3 ^{er} mes	100	98 – 109	
	Experimental	15	Día 1	99	92 – 105	0,014*
			3 ^{er} mes	104	98 – 109	
Flexión dorsal con rodilla en flexión	Control	15	Día 1	104	101 – 108	0,038*
			3 ^{er} mes	109	106 – 113	
	Experimental	15	Día 1	109	100 – 112	0,956
			3 ^{er} mes	110	106 - 111	

Prueba de la T para muestras relacionadas / Goniometría de la flexión dorsal de tobillo medida en grados (°).

7.4.1.4.6. Inferencia estadística de la evolución de la flexión dorsal de tobillo entre grupos al 3^{er} mes (día 0-3 mes).

Ni en la FD con la rodilla completamente extendida, ni con la rodilla a 90° de flexión se produjeron mejoras estadísticamente significativas ($p > 0,05$) de un grupo en comparación con el otro (tabla 15).

Tabla 15. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo inter grupos. 3^{er} mes.

Evolución flexión dorsal	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25 - 75)	Mediana (25 - 75)	
Flexión dorsal con rodilla en extensión	7 (1-11)	5 (-1 – 9)	0,387
Flexión dorsal con rodilla en flexión	5 (1-10)	1 (-3 – 3)	0,058

Prueba de la T para muestras independientes / Goniometría de la flexión dorsal de tobillo medida en grados (°).

7.4.2. Seguimiento al 6º mes

7.4.2.1. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

El estudio estadístico descriptivo de la variable principal al final del periodo de seguimiento señala al sujeto 22 y al 25 con un grosor de su fascia entre 5 y 6 mm, aunque en el caso del sujeto 22 supuso una mejora cercana a los 2 mm con respecto al comienzo (figura 22). En este 6º mes, las medianas de los dos grupos se localizan en torno a los 4 mm; 4,4 en el GC y 3,9 en el GE (tabla 16). El 75% del GE ha reducido su grosor de la fascia plantar hasta los 4,2 mm o menos.

El estudio estadístico inferencial, muestra la mejoría estadísticamente significativa ($p < 0,05$) de ambos grupos en el pre y el post al momento final del seguimiento (tabla 16).

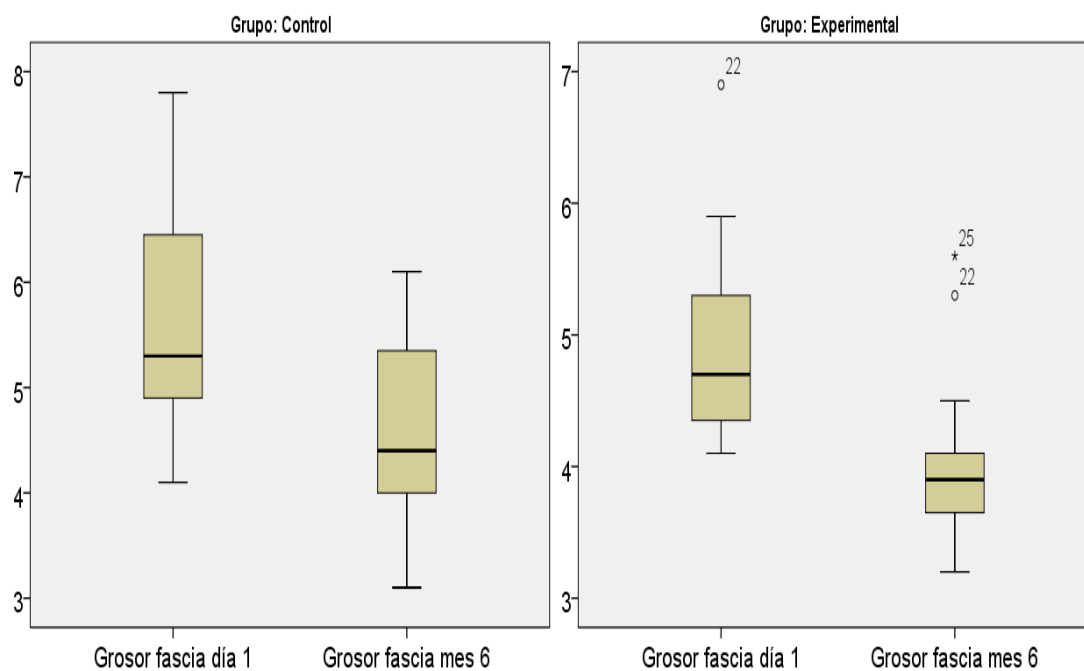


Figura 22. Evolución del grosor de la fascia plantar en 6 meses.

Tabla 16. Evolución del grosor de la fascia plantar intra grupos. 6º mes.

Evolución grosor fascia 6º Mes					
	N	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Control	15	Día 1	5,3	4,8 - 6,5	0,001*
		6º mes	4,4	4,0 – 5,9	
Experimental	15	Día 1	4,7	4,3 - 5,5	0,001*
		6º mes	3,9	3,6 – 4,2	

Prueba de Wilcoxon / Grosor de la fascia plantar medida en milímetros (mm).

7.4.2.2. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos al 6º mes.

Tal y como se muestra en la tabla 16 y figura 23, ambos grupos mejoraron prácticamente 1 cm al final del estudio. El 50% de la mejora del GE se encuentra entre 0,6 y 1,2 mm, y la del GC entre 0,7 y 1,6. Estos resultados, no supusieron una diferencia estadísticamente significativa ($p>0,05$) inter grupos en lo que a la variable grosor de la fascia plantar se refiere.

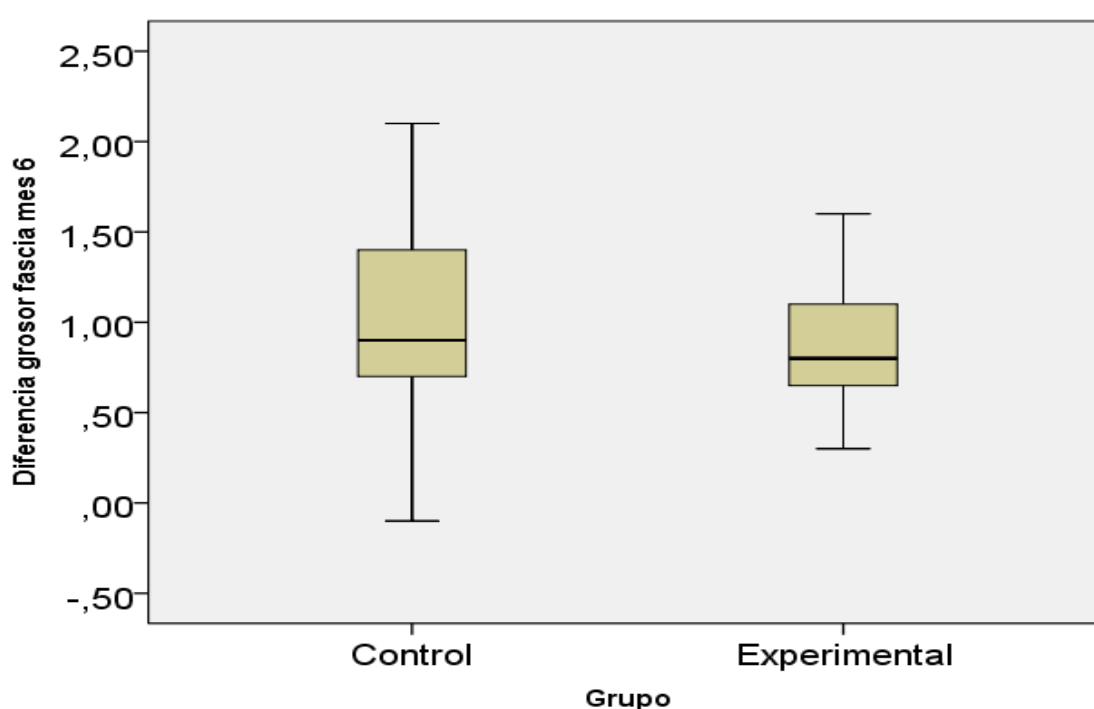


Figura 23. Comparación inter grupos de la evolución del grosor de la fascia plantar en 6 meses.

Tabla 17. Evolución del grosor de la fascia plantar inter grupos. 6º mes.

Evolución grosor fascia 6º Mes	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25-75)	Mediana (25-75)	
	0,9 (0,7-1,6)	0,8 (0,6-1,2)	0,466

Prueba de Mann-Whitney / Grosor de la fascia plantar medida en milímetros (mm).

7.4.2.3. Evolución del dolor al 6º mes (día 0-6 mes).

Los resultados finales del dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo, se plasman a continuación; tanto el análisis estadístico descriptivo, como el inferencial.

7.4.2.3.1. Evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana intra grupos al 6º mes (día 0-6º mes).

La mediana del dolor que presentan ambos grupos en los primeros pasos de la mañana toma el valor 0 sobre 10 tras 6 meses del inicio del seguimiento, mismo valor que adquiere el 3º cuartil en ambos (tabla 18). A pesar de esta mejora clínica de la sintomatología, los dos cuentan entre sus integrantes con 3 individuos que no han alcanzado una remisión completa del dolor; son: el 1, 2, y 3 en el GC; y el 20, 26 y 29 en el GE (figura 24). De ellos, sólo el sujeto número 20 tiene en este momento un dolor por encima de 4 en la EVA.

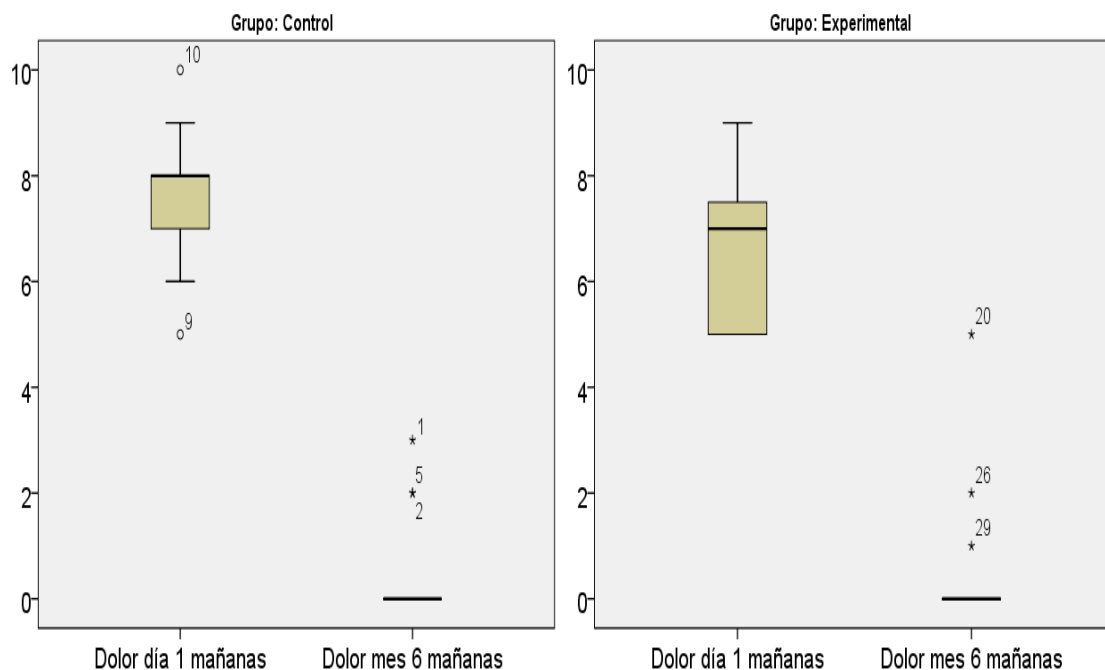


Figura 24. Evolución intra grupos de dolor a los primeros pasos de la mañana en 6 meses.

7.4.2.3.2. Evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana inter grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

Si se observa la cantidad de mejora clínica experimentada en cada grupo, se puede apreciar que el GC ha disminuido sustancialmente su dolor a los primeros pasos de la mañana, en comparación con lo ocurrido en el GE. La mediana y el 3º cuartil en el GC muestran una disminución de 8 puntos, mientras que para el GE la disminución del dolor ha sido de 5 puntos para el 50% de sus participantes, mismos valores que en el 2º cuartil (figura 25).

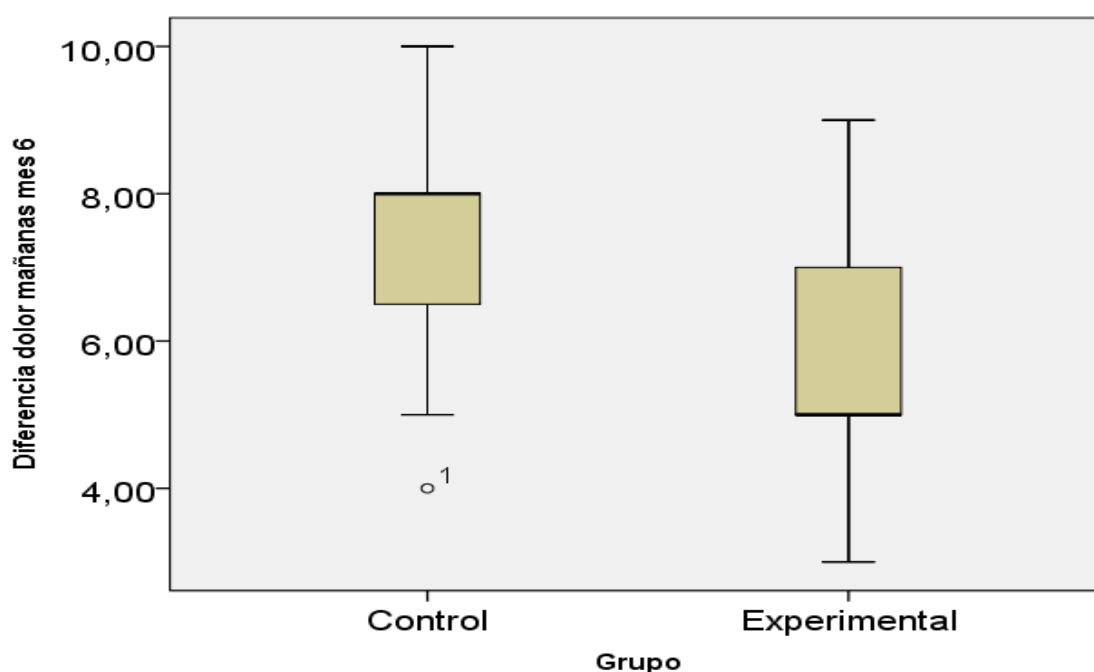


Figura 25. Comparación inter grupos de la evolución del dolor en los primeros pasos de la mañana en 6 meses.

7.4.2.3.3. Evolución del dolor tras largos periodos de reposo intra grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

Al realizar los diagramas de cajas del dolor tras largos periodos de reposo al 6º mes, se obtiene un resultado similar al arrojado con el dolor en los primeros pasos de la mañana durante la misma ventana de tiempo. En ambos grupos, la mediana y el 3º cuartil se establecen en el mínimo valor posible de la escala EVA (tabla 17); a pesar de que cada uno de ellos vuelve a tener 3 integrantes que no han conseguido llegar a

ese valor (figura 26). En el GC, repiten esta situación el sujeto número 1, el 2 y el 5; mientras que en el GE lo hacen el 20 y el 29, y se añade el 27. También coincide el hecho de que todos ellos toman valores bajos, salvo el 20, que al igual que con el dolor a los primeros pasos de la mañana, se queda en un 5 sobre 10.

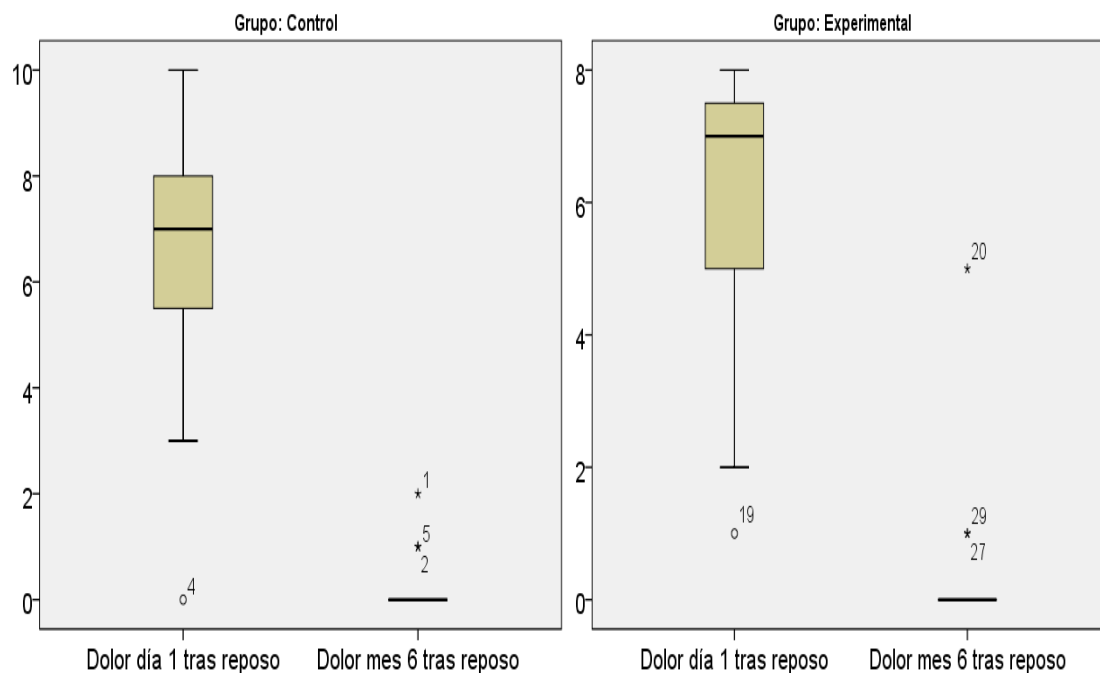


Figura 26. Evolución intra grupos del dolor tras largos periodos de reposo en 6 meses.

7.4.2.3.4. Evolución del dolor tras largos periodos de reposo inter grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

El 50% de los componentes de cada grupo muestra al final del estudio una mejora de 6 puntos en su dolor tras largos periodos de reposo (tabla 18). Se aprecia también que los 2º y 3º cuartiles tienen prácticamente los mismos valores, y que el individuo 4 no ha variado su dolor con respecto al 1º día y el 19 apenas 1 punto (figura 27).

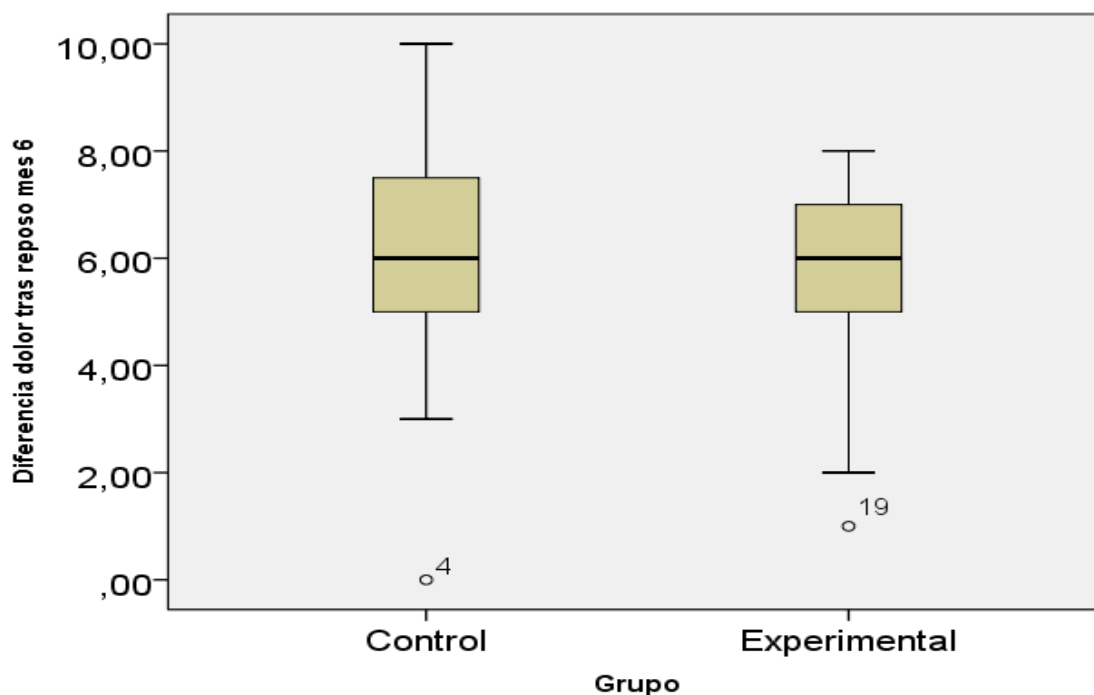


Figura 27. Comparación inter grupos de la evaluación del dolor tras largos periodos de reposo en 6 meses.

7.4.2.3.5. Inferencia estadística de la evolución del dolor intra grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

Al final de la intervención, las variables de dolor a los primeros pasos de la mañana y dolor tras largos periodos de reposo han tenido una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en los dos grupos con relación a los valores iniciales (tabla 18).

Tabla 18. Evolución del dolor intra grupos. 6^o mes.

Evolución dolor	Grupo	n	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Primeros pasos de la mañana	Control	15	Día 1	8	7 – 8	0,001*
			6 ^o mes	0	0 – 0	
	Experimental	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			6 ^o mes	0	0 - 0	
Tras largos periodos de reposo	Control	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			6 ^o mes	0	0 - 0	
	Experimental	15	Día 1	7	5 – 8	0,001*
			6 ^o mes	0	0 - 0	

Prueba de Wilcoxon / Dolor medido con la escala EVA de 10 puntos.

7.4.2.3.6. Inferencia estadística de la evolución del dolor inter grupos al 6^o mes (día 0-6 mes).

Ninguna de las variables ha mostrado al final del seguimiento una mejora estadísticamente significativa ($p > 0,05$) de un grupo respecto al otro (tabla 19).

Tabla 19. Evolución del dolor inter grupos. 6^o mes.

Evolución dolor	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25 - 75)	Mediana (25 - 75)	
Primeros pasos de la mañana	8 (6-8)	5 (5-8)	0,066
Tras largos periodos de reposo	6 (5-8)	6 (5-7)	0,487

Prueba de Mann-Whitney / Dolor medido con la escala EVA de 10 puntos.

7.4.2.4. Evolución de la flexión dorsal de tobillo al 6^o mes (día 0-6 mes).

7.4.2.4.1. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión intra grupos al 6^o mes (día 0-6 mes).

La evolución del RM de la FD con la rodilla completamente extendida ha sido similar en el GC y en el GE (figura 28). La mediana, el 2^o y el 3^o cuartil terminan el periodo de seguimiento con valores casi iguales, de hecho, donde más diferencia existe es en la mediana, con apenas 4^o más de ROM en favor del GE (tabla 20).

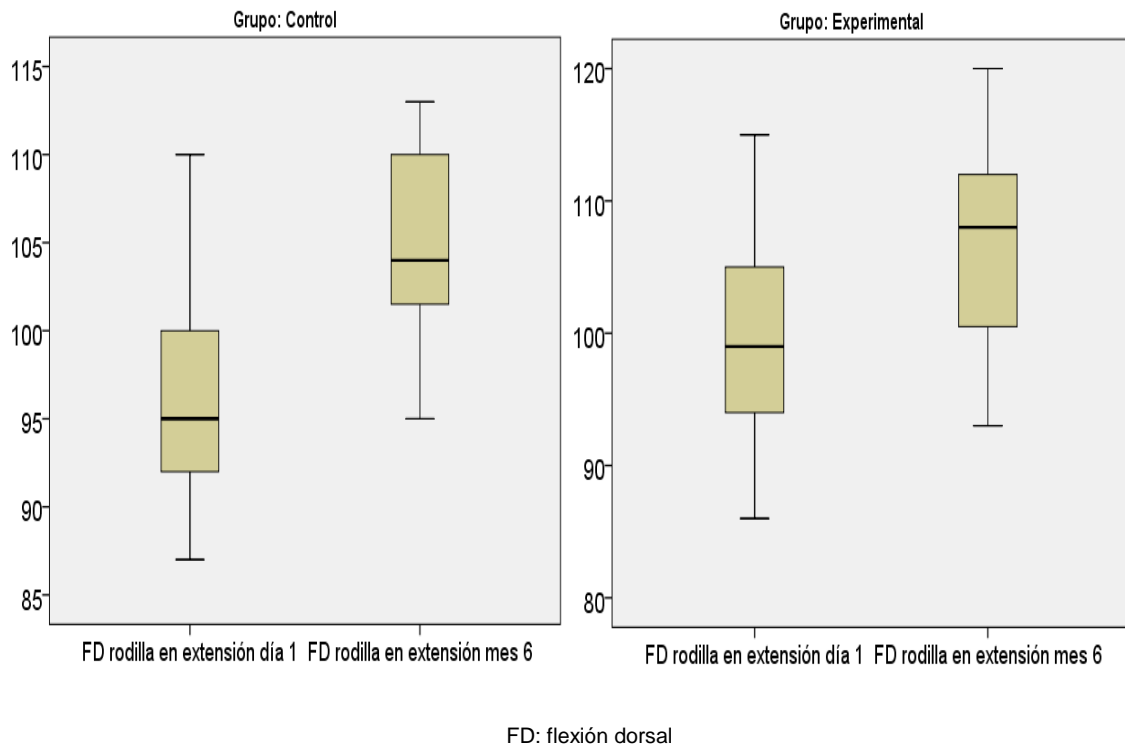


Figura 28. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 6 meses.

7.4.2.4.2. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión inter grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

El GC ha mejorado en mayor medida su FD con la rodilla en extensión, puesto que tanto la mediana como el 3º cuartil, fijados en 10º y 12º, respectivamente, de incremento del RM (tabla 21). Por otra parte, aparecen sujetos en ambos grupos, que el valor del cambio de esta variable tiene signo negativo (figura 29).

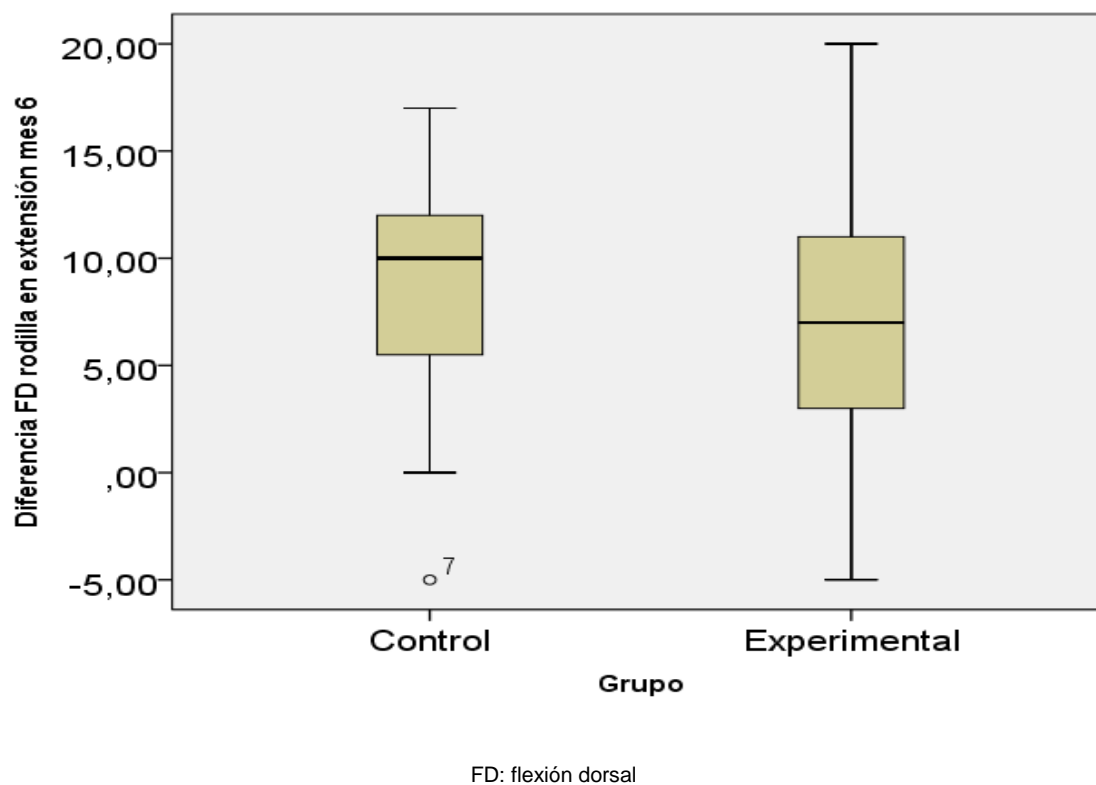


Figura 29. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en extensión en 6 meses.

7.4.2.4.3. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión de 90° intra grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

La mediana de ambos grupos para la FD de tobillo con la rodilla flexionada es de 110° al final del estudio; mientras que el 2º y 3º cuartil es ligeramente superior en el GE (figura 30).

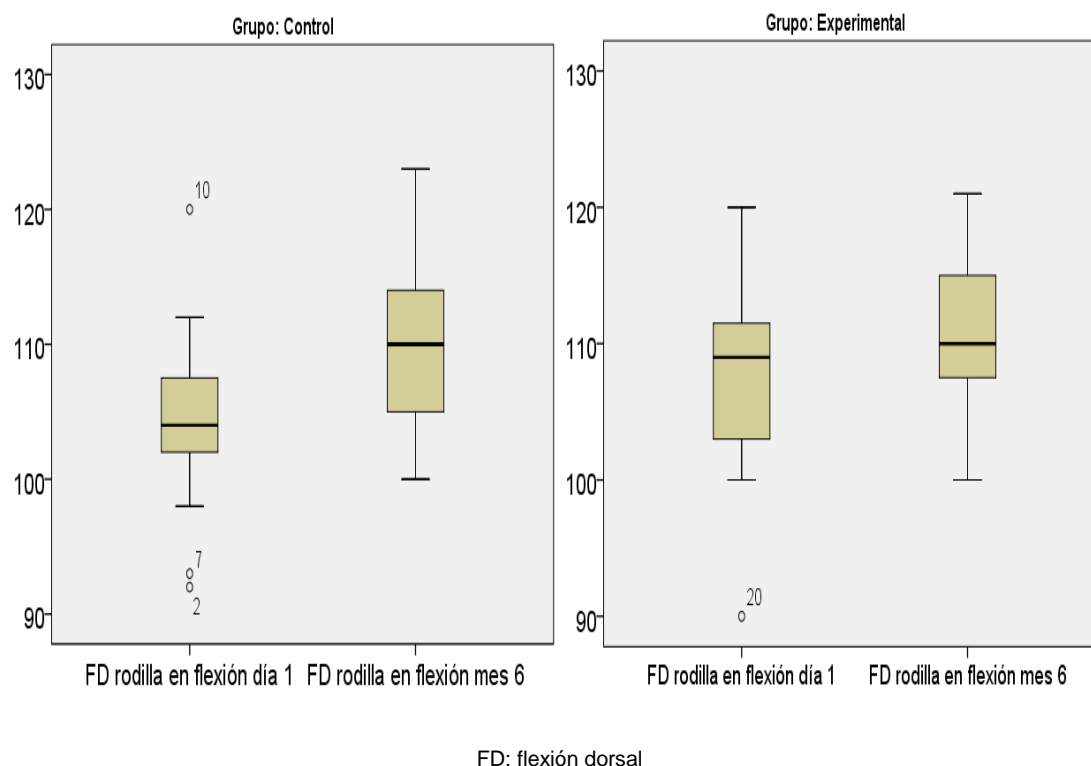


Figura 30. Evolución intra grupos de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 6 meses.

7.4.2.4.4. Evolución de la medición goniométrica de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión de 90° inter grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

Observando la figura 31 se aprecia un aumento del RM favorable al GC, que establece que la mitad de sus integrantes mejoraron 7° o más la movilidad de su tobillo en FD con la rodilla flexionada 90°; aunque los resultados de esta comparativa entre grupos se equilibran si se ven los valores del 2º y el 3º cuartil (tabla 20).

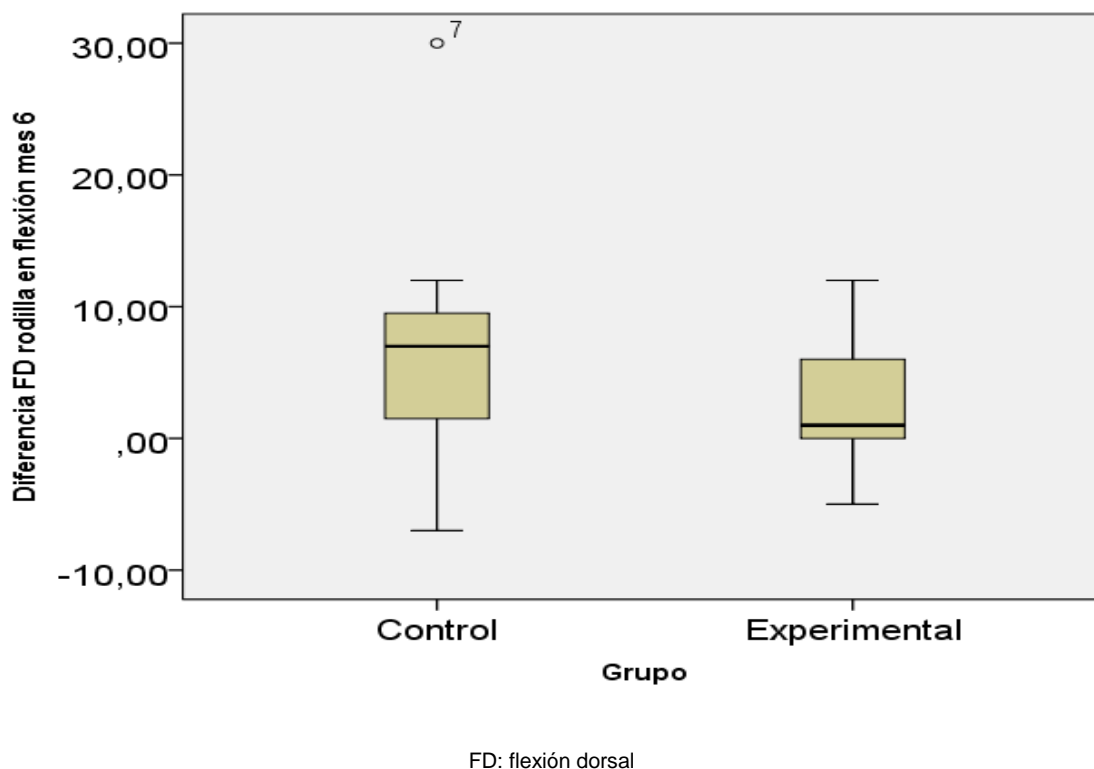


Figura 31. Comparación inter grupos de la evolución de la flexión dorsal de tobillo con la rodilla en flexión en 6 meses.

7.4.2.4.5. Inferencia estadística de la evolución de la flexión dorsal de tobillo intra grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

Del mismo modo que ocurría en el apartado anterior con el análisis inferencial del dolor, en este, ambas variables han sufrido una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para el GC y el GE en el pre y el post del inicio y final del estudio (tabla 20).

Tabla 20. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo intra grupos. 6º mes.

Evolución flexión dorsal	Grupo	N	Medición	Mediana	25 - 75	p-valor
Flexión dorsal con rodilla en extensión	Control	15	Día 1	95	92 – 100	0*
			6º mes	104	101 – 110	
	Experimental	15	Día 1	99	92 – 105	0,001*
			6º mes	108	100 – 112	
Flexión dorsal con rodilla en flexión	Control	15	Día 1	104	101 – 108	0,023*
			6º mes	110	105 – 114	
	Experimental	15	Día 1	109	100 – 112	0,041*
			6º mes	110	106 - 115	

Prueba de la T para muestras relacionadas / Goniometría de la flexión dorsal de tobillo medida en grados (°).

7.4.2.4.6. Inferencia estadística de la evolución de la flexión dorsal de tobillo inter grupos al 6º mes (día 0-6 mes).

A pesar de que las mejoras han sido clínicamente mayores en el GC, ningún grupo ha resultado tener al final del estudio, un valor estadísticamente significativo ($p > 0,05$) para esta variable, al ser comparado con el otro (tabla 21).

Tabla 21. Evolución de la goniometría de la flexión dorsal de tobillo inter grupos. 6^o mes.

Evolución flexión dorsal	Control (n=15)	Experimental (n=15)	p-valor
	Mediana (25 - 75)	Mediana (25 - 75)	
Flexión dorsal con rodilla en extensión	10 (5-12)	7 (2-13)	0,755
Flexión dorsal con rodilla en flexión	7 (1-10)	1 (0-6)	0,279

Prueba de la T para muestras independientes / Goniometría de la flexión dorsal de tobillo medida en grados (°).

Según nuestro conocimiento, este estudio es el primer ensayo clínico que valora ecográficamente la combinación de los efectos de la PS en los gastrocnemios y una intervención cotidiana de Fisioterapia como protocolo de actuación clínica. La intención de este abordaje no es otra que promover y acelerar la respuesta regeneradora que normalice el grosor de la fascia plantar, mediante la corrección de la alteración biomecánica causante de la patología. La ausencia de estudios previos similares ha dificultado la discusión de los resultados y de numerosas publicaciones que, a pesar de no combinar PS de gemelos y sóleo y ecografía, sí que emplean ambas por separado. Por el contrario, arrojarán nuevas conclusiones y hallazgos que pueden impulsar futuras investigaciones. Nuestro estudio no se limita a ver los cambios del grosor de la fascia en la ecografía, sino que pretende reforzar esos hipotéticos cambios con el alivio de la clínica del paciente, tanto en el dolor a los primeros pasos de la mañana, como tras largos periodos de reposo, y el aumento del RM de la FD de tobillo, cuya limitación supone uno de los factores de riesgo con mayor asociación con el desarrollo de FP.

7.5 GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN

En este apartado se exponen los gráficos de evolución de las variables clínicas estudiadas con el fin de sintetizar y facilitar la comprensión lectora de los resultados del estudio. Así pues, en los gráficos que se presentan a continuación, se muestra el comportamiento de las citadas variables desde el día que el paciente es incluido en el estudio y comienza su participación, hasta la finalización del seguimiento. Los p-valor por grupos hacen referencia a la comparación de los momentos de medición concretos respecto al primer día. Los p-valor inter grupos son la comparación de la disminución producida por la intervención para cada día de registro inter grupos.

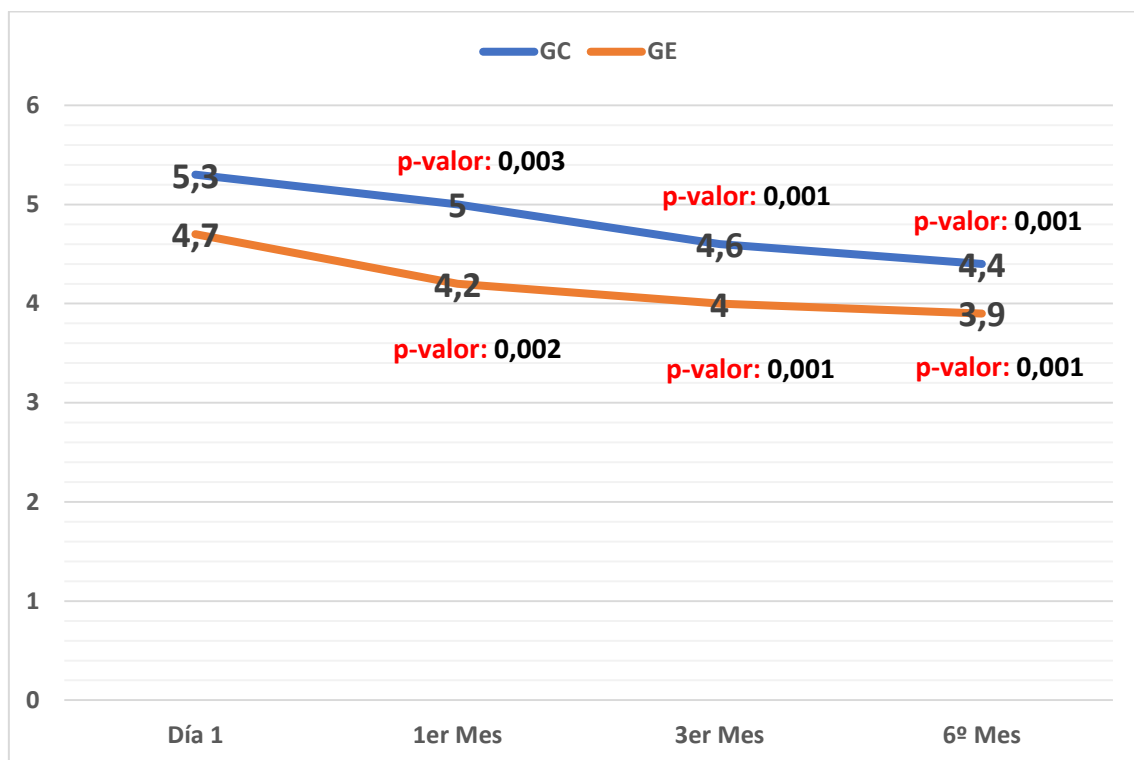


Gráfico 3. Grosor de la fascia plantar intra grupos en milímetros.

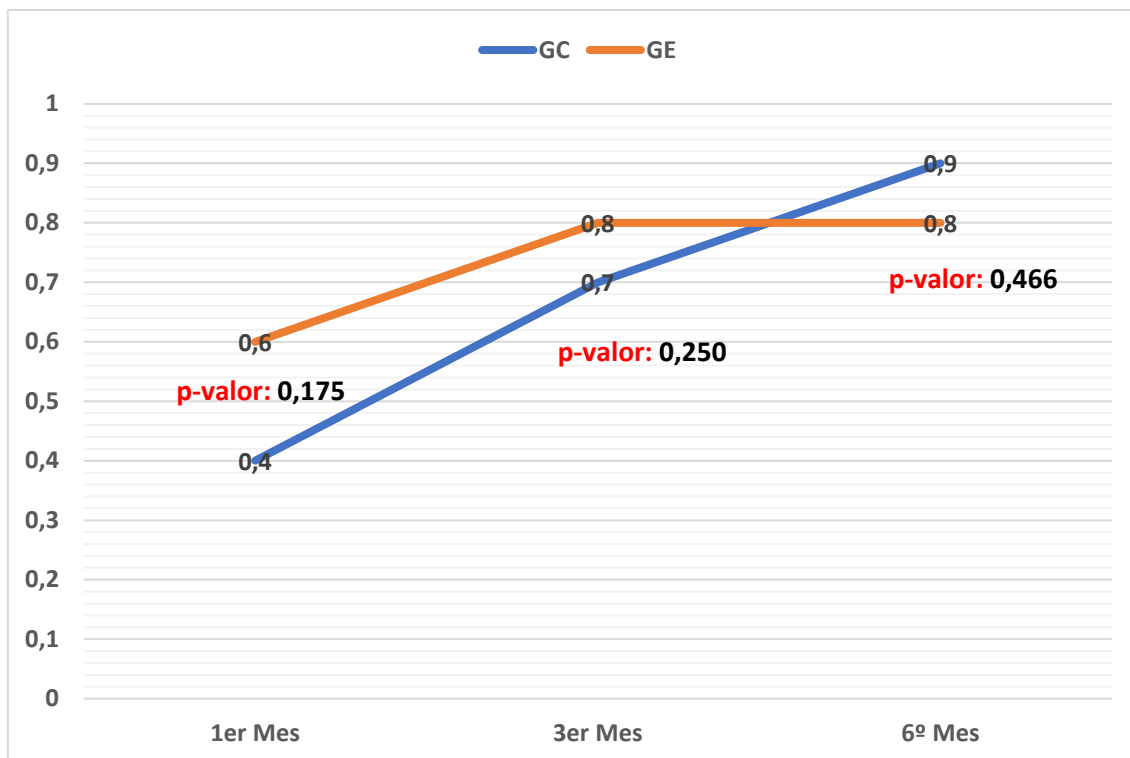


Gráfico 4. Grosor de la fascia plantar inter grupos en milímetros.

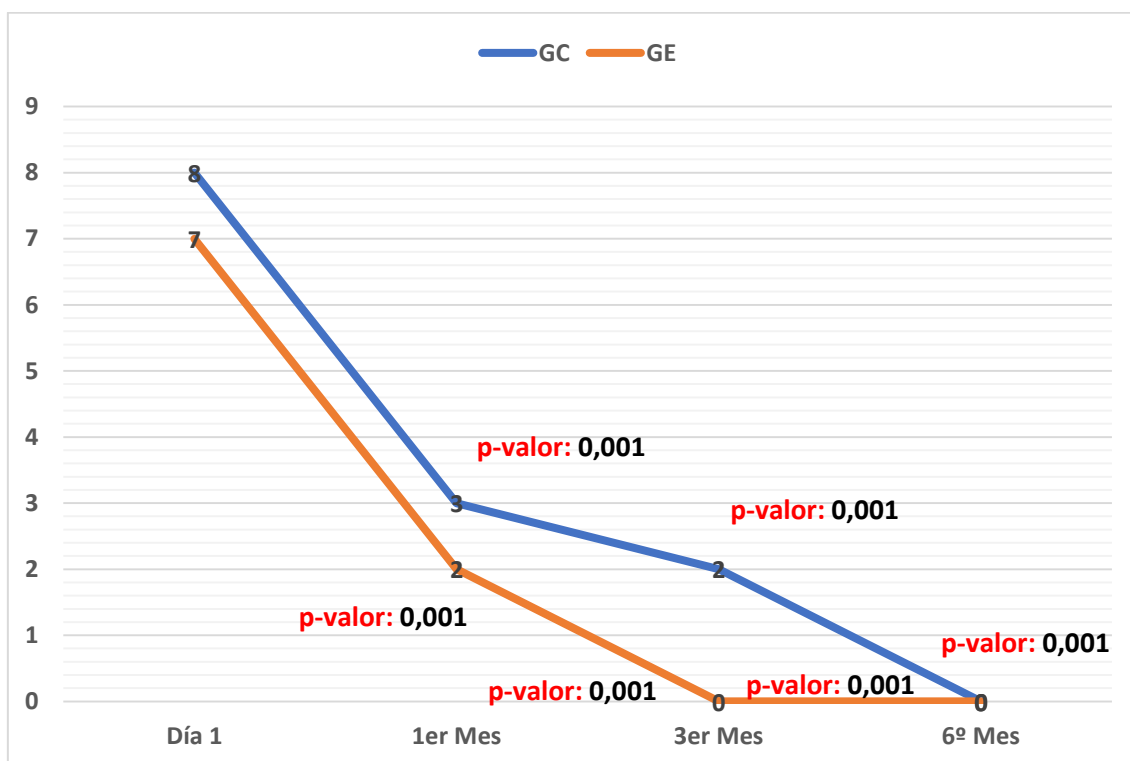


Gráfico 5. Dolor a los primeros pasos de la mañana intra grupos según la EVA.

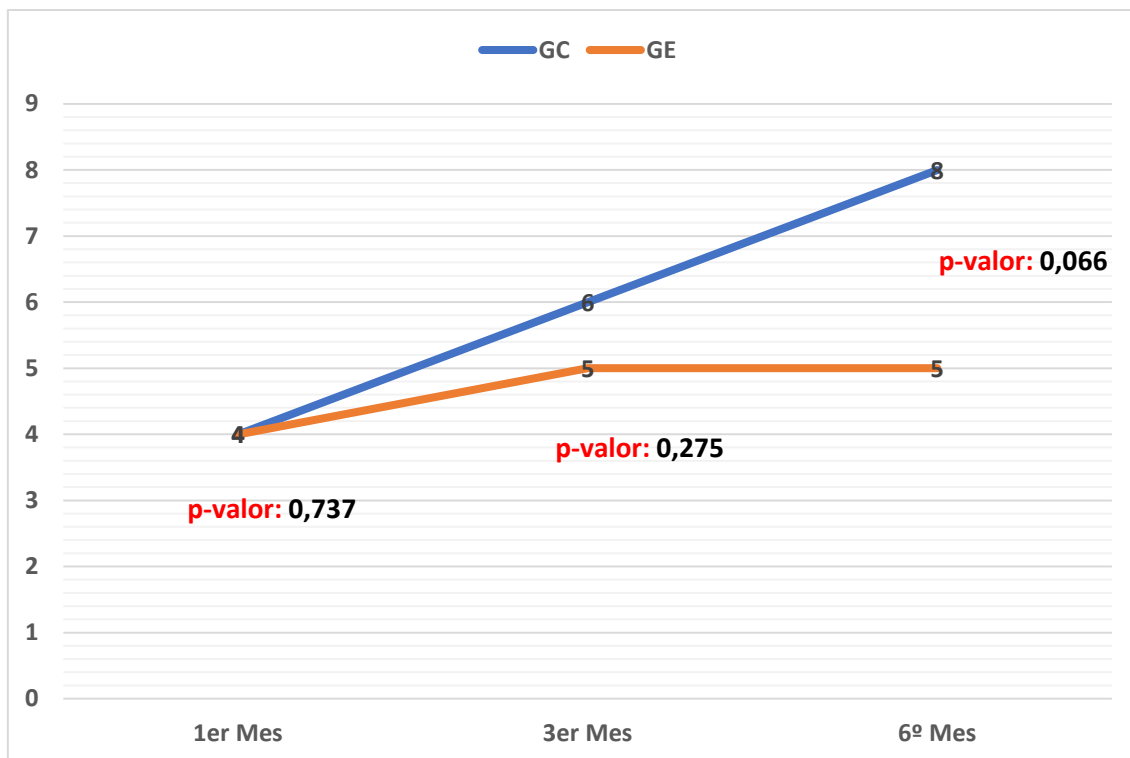


Gráfico 6. Dolor a los primeros pasos de la mañana inter grupos según la EVA.

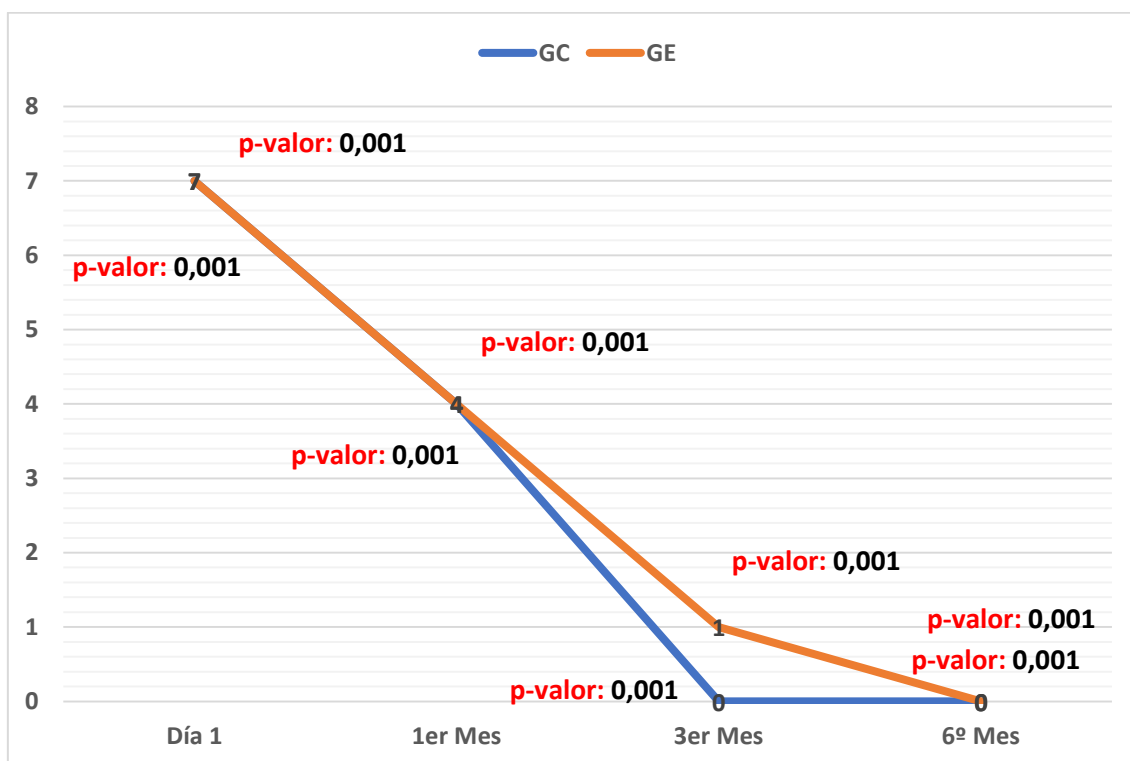


Gráfico 7. Dolor tras largos periodos de reposo intra grupos según la EVA.

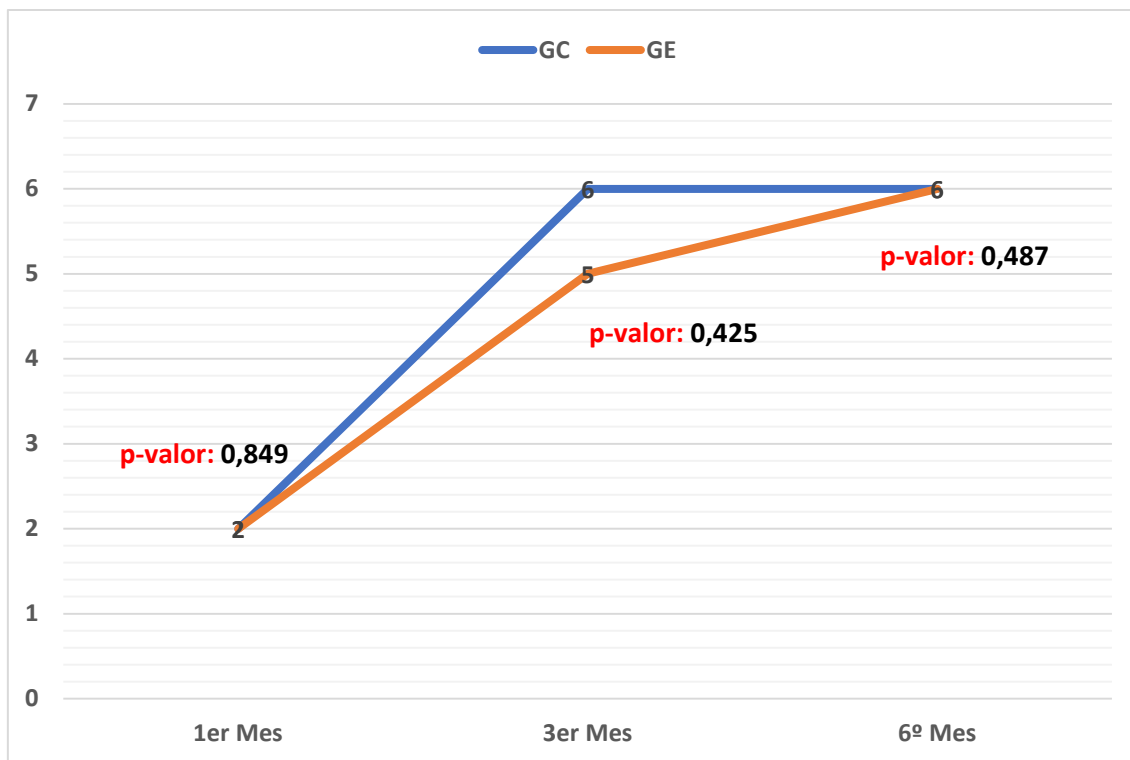


Gráfico 8. Dolor tras largos periodos de reposo inter grupos según la EVA.

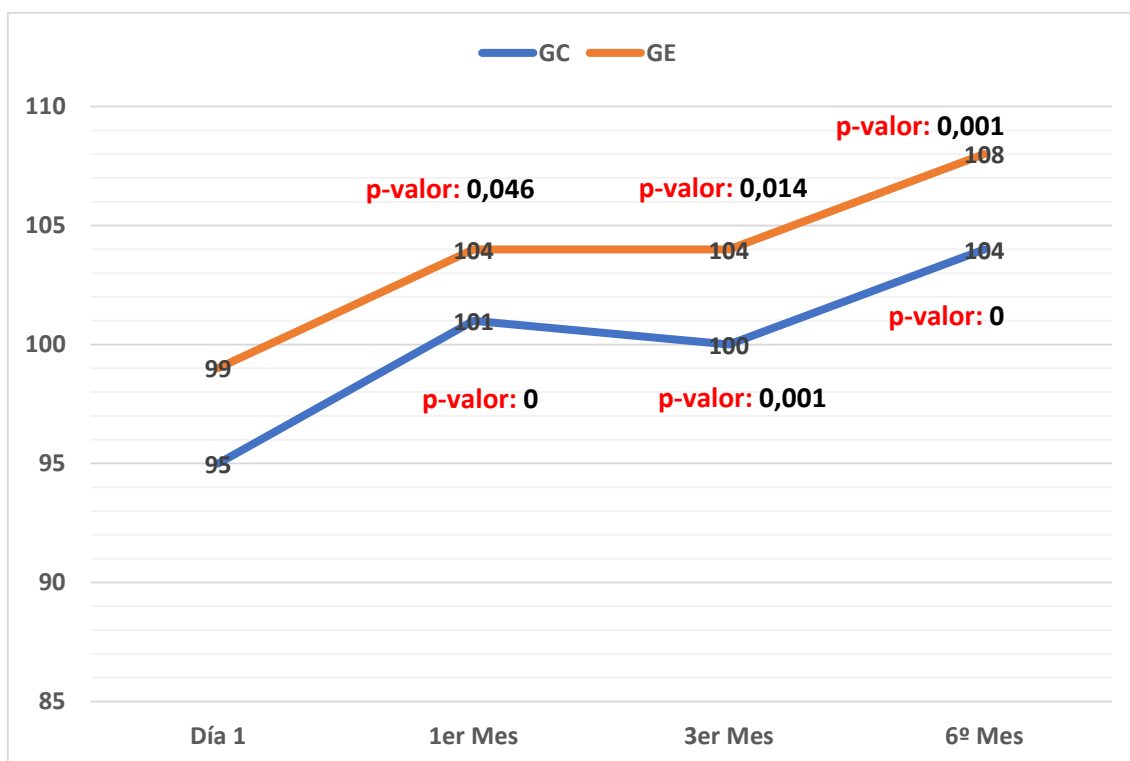


Gráfico 9. Flexión dorsal con la rodilla en extensión intra grupos medida en grados.

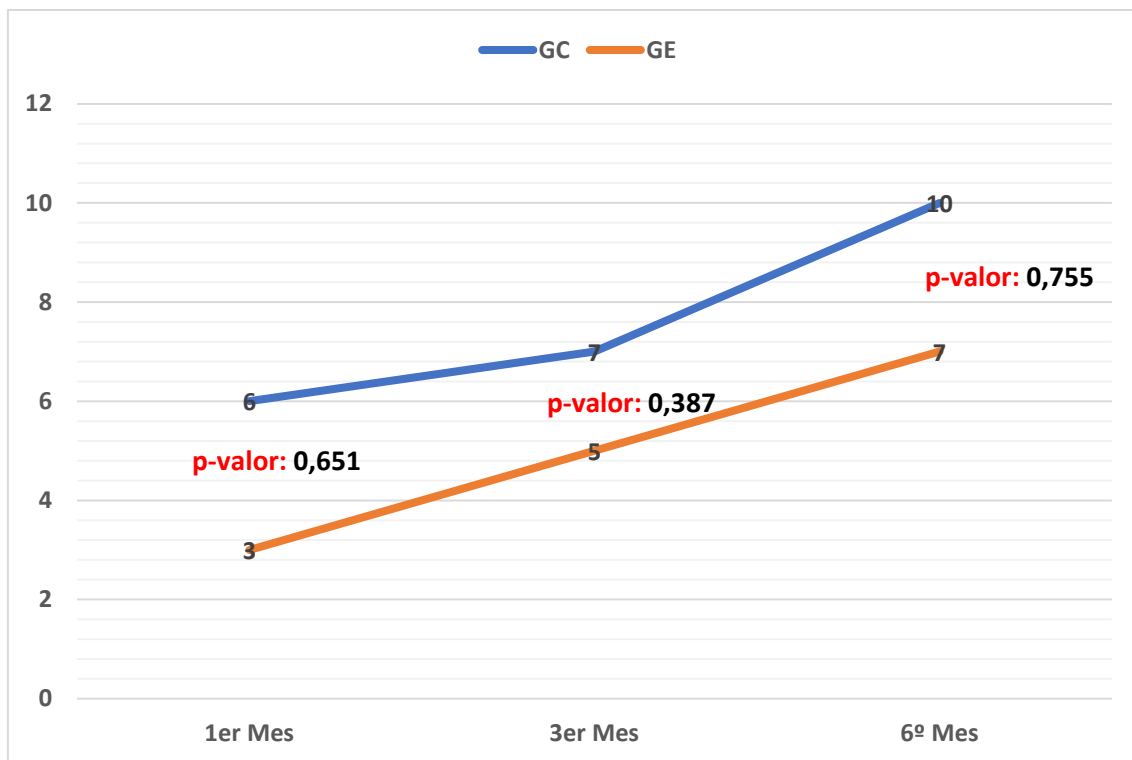


Gráfico 10. Flexión dorsal con la rodilla en extensión inter grupos medida en grados.

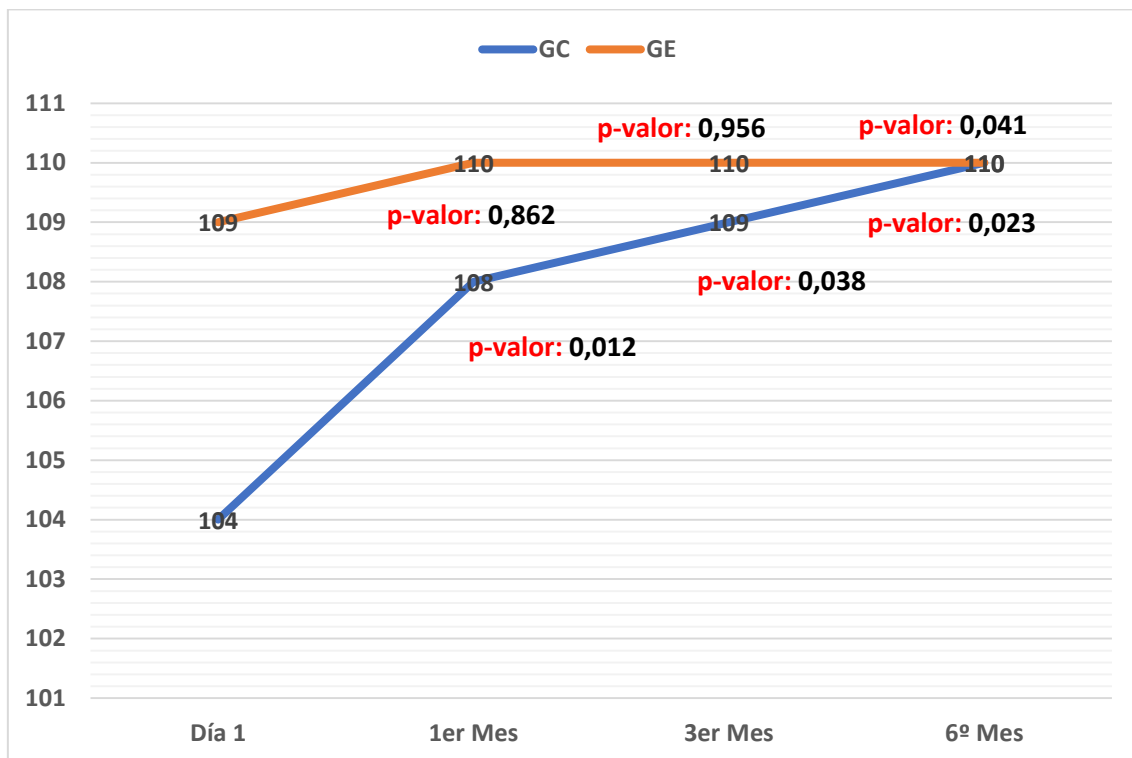


Gráfico 11. Flexión dorsal con la rodilla en flexión intra grupos medida en grados.

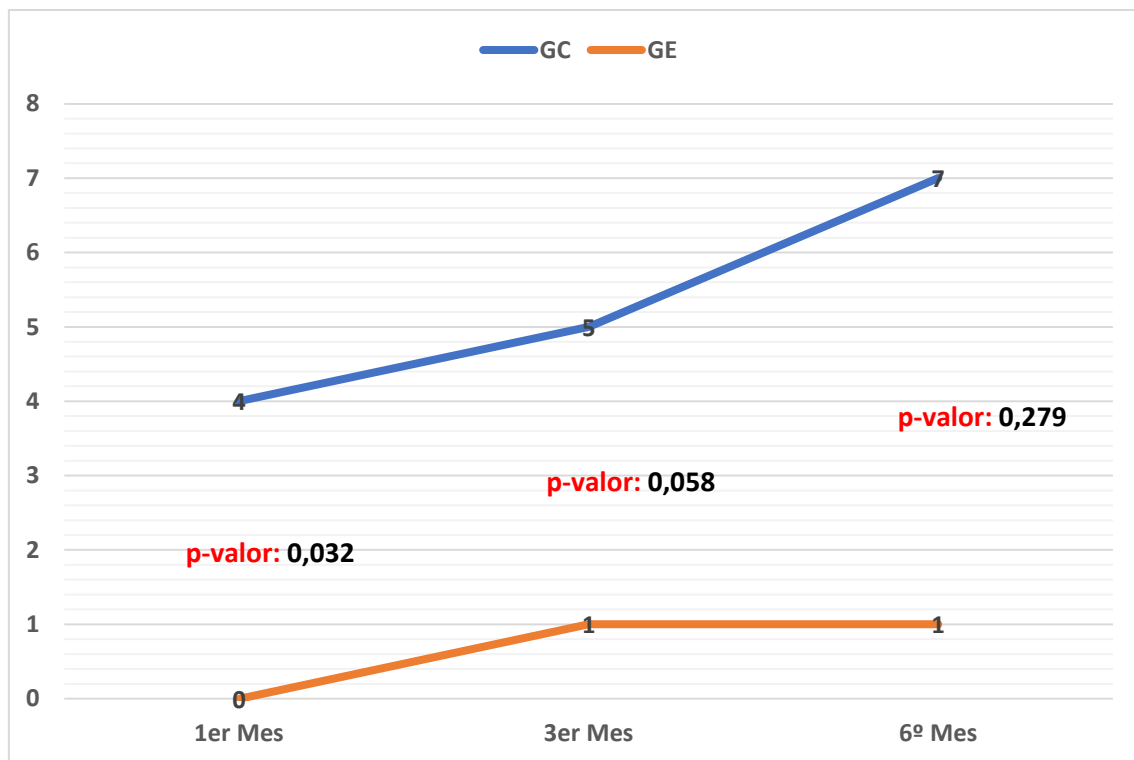


Gráfico 12. Flexión dorsal con la rodilla en flexión inter grupos medida en grados.

8. DISCUSIÓN

8.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Las características clínicas basales de la muestra que participó en el estudio cumplen con la mayoría de los factores de riesgo sugeridos. De este modo, las características descriptivas de la muestra al inicio de este ensayo coinciden en edad e IMC con las muestras de ensayos previos de referencia²⁷⁵. Esta concordancia con los datos que indica la bibliografía científica actual probablemente sea debido a que el reclutamiento de los sujetos fue realizado en un centro altamente especializado en la patología en cuestión, que además cuenta con profesionales con un largo bagaje en clínica y perfil de experiencia científica e investigadora. Es posible que por este motivo la totalidad de la muestra concluyó los 6 meses que duró el estudio, y que al comparar ambos brazos de estudio no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas para las variables clínicas basales: grosor de la fascia plantar, dolor a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo, y FD de tobillo con rodilla extendida y a 90° de flexión.

Los datos basales de nuestras variables de estudio (tabla 2), del mismo modo que ocurría con los datos de las características de la muestra, coinciden con los encontrados en la bibliografía de referencia. En un estudio del 2007, Wearing et al⁷⁵ cuantificaron el grosor de la fascia plantar de la extremidad inferior afecta en 6,1 mm. El dolor a los primeros pasos de la mañana al inicio del ensayo clínico de Cotchett et al²⁷⁵ obtuvo un 67,7 y 58,5 para el grupo punción y el placebo, respectivamente, con la VAS de 100 puntos. Un estudio actual de Aranda Bolívar et al²³⁰ nos ofrece datos de la goniometría de la FD de tobillo en pacientes con FP con rodilla en extensión y en flexión de 90°. Las diferencias con el presente trabajo radican en que realizan las mediciones en decúbito supino y partiendo con la articulación subtalar en posición neutra, por lo que las cifras que aportan son tomadas a partir de esta posición neutra de 90° de flexo-extensión de tobillo. Los pacientes diagnosticados de FP en dicho estudio²³⁰ tuvieron 4,6° de movilidad de FD con la rodilla en extensión y 9,7° con la rodilla en flexión. En nuestra opinión, las diferencias de medida suceden por las diferencias comentadas anteriormente, ya que en supino resulta más difícil estabilizar la extremidad inferior que se va a evaluar, lo que también implica un menor grado de

relajación de la musculatura del paciente que puede llevar a cierta restricción de movimiento. A pesar de estas pequeñas diferencias, consideramos que las mediciones guardan similitud, principalmente la FD con la rodilla en extensión, donde apenas existen 3,4° de diferencia entre los registros de Aranda Bolívar et al²³⁰ y los nuestros. Este hecho también puede ser debido a la mayor estabilidad que existe al tener la pierna que se va a medir en contacto con la camilla.

8.2 PERIODO DE INTERVENCIÓN

Basándonos en múltiples artículos de entre los consultados^{124,170,275,361}, se diseñó el protocolo, se sentaron las variables clínicas a estudiar, cuyos resultados al finalizar el periodo de intervención pasamos a discutir en el presente apartado.

8.2.1. Determinación de la evolución de las variables clínicas de estudio

8.2.1.1. Evolución del grosor de la fascia plantar

Atendiendo a la evolución del grosor de la fascia plantar en un corte longitudinal medido con un ecógrafo a 0,5 mm del calcáneo, ambos grupos experimentaron resultados favorables en la reducción del grosor de la fascia plantar ($p < 0,05$) al concluir el periodo de intervención, mientras que la comparativa de estos cambios no reflejó diferencias de un grupo respecto al otro $p = 0,175$ (tabla 4). A pesar de la ausencia de resultados que otorguen potencia estadística al protocolo de intervención con PS sobre el de tratamiento manual exclusivamente, consideramos que estos datos son de gran relevancia clínica.

Remarcando de nuevo que ambos grupos experimentaron una evolución significativa del grosor de la fascia tras estar sometidos al protocolo durante 4 semanas, nos gustaría destacar que los valores de la disminución en el GE fueron clínicamente superiores a los del GC (tabla 5). Teniendo en cuenta que un estudio del 2011 de Skovdal-Rathleff et al¹⁵⁰ concluyó que variaciones de la medición del grosor

superiores a 0,6 mm se pueden considerar cambios reales del engrosamiento de la fascia plantar y no errores de medición, con nuestros resultados podemos decir que el GE logró estar dentro de esos límites de acuerdo y resaltar la importancia clínica de estos cambios, obtenidos gracias a la aplicación de nuestro protocolo en este primer mes. Por lo tanto, y a pesar de que el tratamiento combinado de Fisioterapia y PS dirigido a inhibir los PGM de los gemelos y el sóleo no resultó eficaz para conseguir una mejora estadísticamente significativa tras 1 mes de intervención, sí que supuso una herramienta de abordaje capaz de provocar cambios clínicamente relevantes en el grupo de pacientes en el que se aplicó.

Como ya se ha comentado a lo largo de este estudio, un déficit en la limitación de la FD de tobillo y la retracción de la cadena posterior de la pierna constituyen unos de los factores de riesgo que mayor asociación guardan con el desarrollo de esta patología. Investigaciones tan importantes como la de Stecco et al⁶³ determinaron que la relación de la fascia plantar con el paratendón del Aquiles es consistente con la idea de que las estructuras que conforman el tríceps sural están envueltas en la patología de la FP, y que por lo tanto su rehabilitación debe ser considerada apropiada. Gracias a estas teorías, cabe pensar que la mejoría clínica en favor del GE sea debida a una mayor inhibición de PGM de la musculatura tratada con PS, logrando así la disminución del tono muscular y la retracción, que a su vez provoquen la disminución de la tensión sobre la fascia plantar. Este razonamiento clínico basado en la evidencia científica no solo es el eje central sobre el que hemos elaborado el protocolo de intervención del presente estudio, sino que también es el principal enfoque de tratamiento de nuestra práctica clínica diaria de Fisioterapia. Por lo tanto, y a pesar de que no existieron diferencias estadísticamente significativas inter grupos en el periodo de intervención, el hecho de que ambos grupos hayan tenido una reducción del grosor de la fascia plantar en esas 4 semanas, demuestra que tratar con Fisioterapia la musculatura de gemelos y sóleo es un abordaje terapéutico eficaz para lograr un cambio clínico tan importante en la recuperación de la FP como disminuir el grosor de la fascia; tanto si se realiza un tratamiento convencional, como si se le añade la PS de los PGM.

También se ha hablado de que la ausencia de publicaciones de ensayos clínicos realizados en pacientes con FP en los que se aplique un protocolo de tratamiento basado en PS y se comprueben sus efectos sobre el grosor de la fascia

plantar ecográficamente, imposibilita que podamos comparar nuestros resultados de esta variable con estudios similares. Las investigaciones publicadas que evalúan el grosor de la aponeurosis plantar post intervención suelen ser tras intervenciones invasivas, por ejemplo, en el estudio de Mc Millan et al en el año 2012¹⁴² obtuvieron una disminución del grosor de la fascia plantar de 0,35 mm en comparación con el GC, 4 semanas después de una infiltración de corticoesteroides.

Cabe destacar un ensayo clínico del año 2013, que fue objeto de Tesis Doctoral, conducido por el Doctor Pedro Chana Valero³⁷⁰. Este ensayo³⁷⁰ comprobó la eficacia de los impulsos eléctricos de bajo voltaje empleando el dispositivo Phyback PBK-2C en pacientes con FP. Para ello, se llevó a cabo la determinación analítica de la liberación y el efecto del factor de crecimiento endotelial vascular endógeno y del óxido nítrico, además de la evolución de las variables clínicas: dolor, movilidad dorsiflexora de tobillo y engrosamiento de la fascia plantar medido con ecografía. El protocolo de actuación de 4 semanas diseñado consistió en 2 grupos, control y experimental, que recibieron el tratamiento estándar de rehabilitación de FP de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid, mientras les eran aplicados a nivel talar los impulsos de bajo voltaje controlados por el software del dispositivo Phyback PBK 2-C. El GE recibía impulsos eléctricos reales de este equipo, mientras que el GC recibía un tratamiento placebo, es decir, sin salida de corriente eléctrica.

El objetivo era comprobar la eficacia del dispositivo Phyback PBK 2-C como herramienta facilitadora de una respuesta regenerativa de la fascia plantar degenerada, A pesar de que el objetivo y el protocolo de su estudio nada tienen que ver con los de nuestro ensayo, el hecho de que su intervención también incluye el abordaje manual de la musculatura posterior de la pierna (gemelos y sóleo) implica que dicho estudio es el único ensayo clínico que aplica un tratamiento de Fisioterapia en pacientes con FP llevando un seguimiento ecográfico de la evolución de la patología a través de la variable grosor de la fascia plantar. Aunque no se pueda establecer una comparación directa de los resultados, hemos creído conveniente citar sus resultados, al ser un ensayo clínico que evalúa mediante ecografía la respuesta de la fascia plantar a una intervención de Fisioterapia. La existencia de este ensayo soluciona, en parte, la problemática expuesta anteriormente, ya que el tratamiento fisioterápico común a ambos grupos es el mismo que se administró en este estudio y

contamos con el comportamiento de la variable grosor de la fascia plantar tras 1 mes de intervención, que también fue recogida en nuestros resultados³⁷⁰.

Al contrario que en nuestra investigación, en la del Doctor Chana³⁷⁰, sí que se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) favorables al GE de más de 0,6 mm durante el periodo de tratamiento, concretamente, en el GC disminuyó el grosor de la fascia 0,2 mm (0,15-0,4) y en el GE 0,85 mm (0,6-0,98). La mejoría experimentada por su GE es superior a la ocurrida en nuestro estudio, pero los dos registros demuestran la eficacia de sus respectivas actuaciones en comparación con los datos iniciales, y ambos marcan valores superiores a los límites de acuerdo encontrados en la bibliografía y que ya fueron citados¹⁵⁰. Probablemente la diferencia existente entre los GE en el grosor de la fascia plantar tras 4 semanas radique en que el Doctor Chana implementó un tratamiento que no se focalizó exclusivamente sobre la retracción del complejo GSL, sino que al mismo tiempo que potenció una respuesta regeneradora de la fascia plantar degenerada, fibrosada y engrosada con el Phyback PBK 2-C. Recordamos de nuevo que aunque los objetivos de ambos estudios no son los mismos, ambos protocolos han demostrado ser eficaces para disminuir el grosor de la fascia plantar con 1 sesión semanal de tratamiento a lo largo de 4 semanas de intervención.

8.2.1.2. Evolución del dolor

Tras aplicar el protocolo de intervención, no se observaron diferencias estadísticamente significativas, ni en los primeros pasos de la mañana, ni tras largos periodos de reposo, al comparar los dos brazos de tratamiento (tabla 6). Por el contrario, en ambos grupos se produjo una reducción de la sintomatología a los primeros pasos de la mañana y tras largos periodos de reposo al analizar las variables del dolor en el pre y post intervención.

Al analizar cada grupo por separado, se pudo apreciar que tanto para el GE, como el GC, hubo una mejora estadísticamente significativa respecto a su dolor talar a los primeros pasos de la mañana ($p = 0,001$). Si bien es cierto que nos gustaría destacar que después de aplicar el protocolo de PS durante 1 mes en el GE, al menos

el 25% de los integrantes de este grupo consiguió la remisión total de su dolor a los primeros pasos de la mañana, por lo que podríamos justificar una asociación clínica importante entre la intervención realizada en el GE y el comportamiento de la variable clínica dolor a los primeros pasos de la mañana. Prácticamente se repite la situación con el dolor tras largos periodos de reposo, es decir, en ambos grupos el dolor se reduce significativamente post intervención y en ambos casos al menos el 25% de los pacientes incluidos en el GE logran una situación libre de dolor (tabla 6).

Estos resultados están de acuerdo con los que se pueden encontrar en la bibliografía, ya que se han realizado meta-análisis³⁶¹, RS²⁶⁷ y ensayos sobre la eficacia del tratamiento con PS para lograr la disminución del dolor en diferentes patologías músculo-esqueléticas con PGM asociados^{250,256,275}. Se han descrito mecanismos de cómo la PS de los PGM reducen el dolor y la sensibilización central^{267,311,312} y se ha observado cómo con el estímulo mecánico en forma de REL producido por la inserción de una aguja se consigue reducir significativamente la concentración de la SP y el PRGC²⁹⁷ aumentar la microcirculación en torno a un PGM³⁴⁴. Gracias a estos estudios es posible pensar que un protocolo terapéutico que incluya la PS en PGM del tríceps sural produzca una reducción clínicamente mayor que uno que no la incluya, del dolor a los primeros pasos y tras largos periodos de reposo en pacientes con un diagnóstico de FP. El aumento del flujo sanguíneo y la saturación de oxígeno en la región del PGM afectaría al entorno bioquímico del PGM provocando la disminución de sustancias que inducen la señal nociceptiva, causando menos dolor en el propio PGM y en su territorio de irradiación de dolor.

Además, se observó que la representación central de la hiperalgesia en pacientes con SDM al estimular PGM a través de agujas con electricidad fue mediada por mecanismos supraespinales reguladores del dolor, principalmente la sustancia gris periacueductal³⁵³. Este hallazgo coincide con una teoría planteada en el año 2009³⁷¹ para explicar los mecanismos de acción de la terapia manual, en la que se propone una cascada de respuestas neurofisiológicas inhibitoras del dolor como las responsables de los resultados clínicos. Por lo tanto, con esta teoría se puede explicar que el GC de este ensayo haya experimentado una mejora estadísticamente significativa al finalizar el periodo de intervención y que no existan diferencias estadísticamente significativas respecto al GE, a pesar de que clínicamente sea superior la respuesta alcanzada por este. Revisando la literatura científica hemos

encontrado ensayos clínicos en los que la técnica de PS no se impone a una técnica de presión manual para el tratamiento de dolor miofascial de cuello y hombro al medir los efectos con el umbral de dolor por presión, elasticidad y rigidez muscular³⁷². Aunque estos investigadores no emplean la escala EVA para valorar su intervención fisioterápica, sus mediciones no arrojan resultados estadísticamente significativos en favor del grupo punción, al igual que ocurrió en este ensayo. Desde el punto de vista de la práctica clínica diaria, estos resultados se presentan interesantes puesto que la terapia manual por presión podría servir como una herramienta de tratamiento tan efectiva como la PS en casos de belonefobia o falta de destreza por parte del fisioterapeuta para aplicar el tratamiento de PS.

Existen multitud de estudios sobre Fisioterapia en FP en los que se utilice la escala EVA (o la VAS) para valorar el dolor de los pacientes que participan en ellos. Lo mismo ocurre con los que realizan un tratamiento de la FP con PS^{269,361}, pero de entre todos ellos, el ensayo clínico realizado por Cotchett et al en el 2014²⁷⁵ destaca por ser el de mayor calidad metodológica, mayor número de participantes, contar con un grupo placebo, cegamiento de la muestra y menos riesgo de introducir sesgos.

Tal y como se ha descrito al analizar los datos basales de la muestra que compone este estudio, Cotchett et al²⁷⁵ se valen de una escala VAS sobre 100 puntos para valorar el dolor del primer paso de la mañana. Al inicio de su investigación el grupo que recibió PS registró un valor de 67,7 para esta variable, viéndose reducido hasta los 38,1 que marcó tras 4 semanas de intervención; sin embargo, no realizaron un análisis inferencial del pre y post en cada grupo, por lo que en este aspecto no podemos comparar con la mejora estadísticamente significativa que obtuvo nuestro GE en el mismo periodo de intervención (tabla 3). Simplemente podemos limitar esta comparativa a apuntar que el cambio experimentado por su grupo punción de cerca de 30 puntos, se asemeja a los 4 puntos de mejoría medidos con la EVA que tuvo nuestro GE (tabla 7). Es posible que esta pequeña diferencia clínica sea debida a que el grupo que recibió PS también fue tratado con terapia manual y estiramientos, y no solamente con PS como en el estudio de este grupo de investigadores.

Donde sí podemos comparar resultados es al observar que, al igual que nuestro ensayo, el de Cotchett et al²⁷⁵ también realiza el análisis estadístico de la

evolución inter grupos a las 4 semanas, con el resultado de que tampoco existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0,058$) entre el grupo que recibió PS y el placebo. Llegados a este punto y en vista del resultado de la estadística, es justo mencionar que su estudio está cerca de arrojar diferencias estadísticamente significativas ($p=0,058$) del dolor en los primeros pasos de la mañana después de 1 mes de tratamiento, mientras que en el presente ensayo el p valor inter grupos refleja un valor de 0,737 (tabla 7). Cabe recordar que los grupos que recibieron PS en ambos estudios tienen un comportamiento similar en el seguimiento, pero observando el mismo comportamiento en los grupos que sirvieron de control, se aprecian cambios clínicos favorables a nuestro GC, ya que mejoró 4 puntos en la EVA sobre 10 frente a los poco más de 15 que tuvo en la VAS sobre 100 el grupo placebo del citado ensayo²⁷⁵ (tabla 7). En nuestra opinión, esta diferencia clínica se debe al hecho de recibir un tratamiento de Fisioterapia y recibir placebo, ya que al fin y al cabo el GC en nuestro estudio sí que recibe un tratamiento real. Entendemos que este podría ser el motivo por el cual, a pesar de que ninguno de los dos obtuvo diferencias estadísticamente significativas en el periodo de 1 mes, el trabajo de Cotchett et al²⁷⁵ muestra lo que parece una diferencia mayor al comparar su intervención con PS inter grupos.

Un estudio reciente²⁷⁷ compara los efectos de añadir EPS a un protocolo de terapia manual, ejercicio terapéutico y ultrasonidos (US) a un grupo de paciente con FP, respecto a un control que recibía el mismo tratamiento exceptuando la EPS. Después de 4 semanas desde el inicio del tratamiento, el dolor a los primeros pasos de la mañana mostró una mejora estadísticamente significativa ($p<0,001$) del GE frente al GC, lo que clínicamente representó una diferencia inter grupos de 1,6 puntos²⁷⁷. Por lo tanto, la primera diferencia con nuestro ECA surge en esta diferencia estadísticamente significativa inter grupos²⁷⁷. La estimulación eléctrica y mecánica a nivel del periostio en el tubérculo medial del calcáneo, y la punción peri neural del nervio tibial y los nervios plantares medial y lateral, es posible que provoquen la cascada de motivos que propiciaron las diferencias inter grupos en este estudio, y las diferencias a la hora de comparar con nuestros resultados.

Al igual que en nuestro trabajo, los dos grupos evaluados en este estudio ofrecen una diferencia clínica en el antes y el después, pero no fue realizado este análisis estadístico inferencial, por lo que no sabemos si además de una mejora

clínica, estamos ante una mejora estadísticamente significativa. En cualquier caso, la gráfica plasmada por Dunning et al²⁷⁷ indica una mejora del entre 3,5 y 4 puntos en el dolor a los primeros pasos de la mañana para el GE tras 1 mes de intervención, y de aproximadamente 1,5 puntos para el GC. Los grupos de nuestro estudio mejoraron 4 puntos el dolor a los primeros pasos de la mañana tras 4 semanas de tratamiento.

8.2.1.3. Evolución del rango de movilidad de la flexión dorsal de tobillo

Una vez concluida la fase de tratamiento y reevaluada la muestra, pudimos observar que ambos grupos aumentaron la movilidad dorsiflexora de tobillo con la rodilla completamente extendida con respecto al día en el que se inició el estudio. Estos resultados fueron diferentes al analizar la goniometría de la FD con la pierna del paciente en flexión de 90°, donde solo fue favorable la evolución del GC el día en el que concluyó la intervención. Este suceso se vio reforzado al comparar los efectos de los protocolos inter grupos, ya que no hubo diferencias en la FD con la rodilla extendida y sí que las hubo con la rodilla en 90° ($p < 0,05$), pero en contra de lo que esperábamos encontrar, estas diferencias ocurrieron a favor del GC.

Es posible que estos valores tan dispares desprendidos de las mediciones goniométricas sean producto de que el tamaño muestral es pequeño para una variable que se recoge en grados y en la cual estas diferencias mínimas pueden encontrarse bajo la influencia de aspectos tan poco controlables clínicamente pero tan determinantes estadísticamente, como por ejemplo la anatomía del pie de cada paciente, que juega un papel importante en lo que a la movilidad de FD se refiere.

La influencia de la limitación de la FD de tobillo en el desarrollo de la FP ha sido ampliamente estudiada y se presenta en la literatura como uno de los factores de riesgo principales a la hora de padecer esta patología. Son muchos los autores que han realizado estudios acerca de la importancia de los estiramientos del compartimento posterior de la pierna para tratar a grupos de pacientes afectados de FP; pero pese a toda la evidencia científica existente, en ninguno de ellos los autores realizaron un seguimiento del rango de movilidad de esta variable, y principalmente

midieron su efecto a través de escalas de dolor, de calidad de vida o de valoración de la funcionalidad del pie^{275,277}.

Cuando al principio de la discusión describimos la muestra, citamos el trabajo de Aranda Bolívar et al²³⁰ y los valores de FD de tobillo que tuvieron en su estudio. Al ser un estudio observacional y no haberse aplicado ninguna intervención, pero tampoco haber realizado una medición posterior, no podemos en este apartado comparar sus resultados con los nuestros al no contar con más datos. En cualquier caso, creemos conveniente volver a citar el estudio²³⁰, ya que habiendo identificado el inconveniente del apartado anterior en cuanto a la falta de estudios que lleven a cabo una medición goniométrica, estos autores son los únicos que aportan datos de la FD en grados. Además, de las conclusiones de su trabajo se puede extraer que es necesario explorar la cadena posterior de la pierna (tríceps sural y también isquiotibiales) e incluir estiramientos de esa musculatura en el tratamiento de pacientes con FP, lo que pone de relevancia nuestra decisión de contemplar la variable clínica del rango de movilidad de la FD de tobillo.

Otro estudio actual que aplica un tratamiento de Fisioterapia (ondas de choque) en pacientes con FP refleja datos sobre el ángulo del movimiento de FD¹⁹². En este caso, la biomecánica de la articulación del tobillo se estableció empleando un equipo de isocinéticos para fijar el rango de FD y plantar que se iba a permitir a los sujetos. Para ello los participantes eran situados en supino, con la rodilla flexionada 90°, el tobillo en posición neutra (misma posición de tobillo que en este ensayo para medir la angulación) y el rango de movimiento permitido fue del 80% del rango máximo. Los efectos del tratamiento de OC fueron cuantificados a las 12 semanas de comenzar el estudio y se observó que el grupo que recibió este tratamiento vio un incremento de 3° de media en el 80% de su rango máximo de FD de tobillo respecto a los datos iniciales.

8.3 PERIODO DE SEGUIMIENTO

8.3.1. Determinación de la evolución de las variables clínicas de estudio a los 3 meses

La siguiente reevaluación de los pacientes se realizó, tal y como está explicado en el apartado de metodología, a los 3 meses de su inclusión en el estudio. Después de 2 meses de haber concluido la intervención, las variables clínicas de estudio reflejaron los siguientes cambios que quedan detallados en este apartado.

Al observar la respuesta del grosor de la fascia plantar intra grupos al cabo de 3 meses, observamos que de la misma forma que ocurrió en el primer mes, en ambos grupos disminuyó el grosor de la fascia, pero esa reducción fue ligeramente superior desde el punto de vista clínico en favor del grupo punción. En este caso la mitad de los integrantes del GE alcanza un grosor de la fascia plantar de 4 mm o menos, mientras que ni siquiera el 25% de los sujetos del GC llega a esta marca (tabla 10). Sin embargo, y al igual que en el primer mes, esta diferencia clínica no es suficiente para que el análisis inferencial inter grupos halle diferencias estadísticamente significativas (tabla 11).

Tomando de nuevo como referencia los límites de acuerdo establecidos por Skovdal-Rathleff et al¹⁵⁰, se encuentra que en este periodo de medición los dos brazos de tratamiento superan esos 0,6 mm que marcan dichos límites de acuerdo: 0,7 mm en el caso del GC y 0,8 mm en el GE (tabla 11).

Los resultados a los 3 meses de una intervención invasiva mostraron una disminución de 0,43 mm del grosor de la fascia con respecto al grupo placebo¹⁴². Como citamos en el párrafo anterior, la diferencia inter grupos en nuestro estudio únicamente es de 0,1 en favor del GE. Por otra parte, tras la intervención invasiva el grupo sometido a la infiltración de corticoesteroides logra una reducción del engrosamiento fascial de alrededor de 0,9 mm, dato que no solo prácticamente coincide con el del grupo que recibió PS, sino que también el del GC de nuestro

estudio se acerca bastante. Con esta semejanza, consideramos relevantes los resultados obtenidos en nuestro estudio, ya que demuestran que focalizar el tratamiento fisioterápico de la FP en atajar el motivo de la lesión es de vital importancia para la recuperación del tejido dañado, y en consecuencia la comprensión de esta patología. Estas cifras han comprobado que añadir PS para tratar la retracción y los PGM de la cadena posterior de la pierna en pacientes con FP, es tan útil para recuperar la fascia plantar degenerada como una infiltración aplicada directamente sobre la misma fascia con el objetivo de reparar el daño tisular.

El dolor en los primeros pasos de la mañana vio una reducción estadísticamente significativa en ambos grupos ($p=0,001$) 12 semanas después de haber ingresado en el estudio; del mismo modo que ocurre con el dolor tras largos periodos de reposo. Para el dolor a los primeros pasos de la mañana, la mitad del GE consiguió alcanzar el tercer mes sin sintomatología dolorosa, mientras que del GC solo fue capaz al menos la cuarta parte del GC. La situación fue la inversa con el dolor tras largos periodos de reposo, porque fue en el GC en el que al menos el 50% de los pacientes lograron llegar a dolor 0, y en el GE en el que al menos 25% obtuvo ese valor (tabla 12). Esta similitud en las variables del dolor provocó que una vez más no existen diferencias estadísticamente significativas al comparar resultados inter grupos (tabla 13).

Los estudios de referencia sobre el tema²⁷⁵ sí que muestran diferencias estadísticamente significativas entre el grupo punción y el placebo ($p=0,007$) al medir el dolor a los primeros pasos de la mañana tras 12 semanas desde el inicio, aunque como ya hemos comentado, probablemente esta diferencia con respecto a nuestros resultados sea debida a que nuestro GC ha sido tratado con Fisioterapia y no con placebo, por lo que los resultados alcanzados se acercan más a los obtenidos por el grupo al que sometimos a PS. Al aplicar un tratamiento placebo al control, Cotchett et al²⁷⁵ causaron una disminución del dolor de casi 30 puntos en la escala VAS, mientras que nuestro GC mejoró su dolor 6 puntos a los primeros pasos de la mañana. Este hecho no hace más que confirmar la importancia del tratamiento de la retracción de gemelos y sóleo en los pacientes con FP, ya que la reducción del dolor a los primeros pasos de la mañana gracias al tratamiento manual y los estiramientos casi duplica al efecto placebo. Apenas existe diferencia entre el grupo punción del ensayo de estos autores²⁷⁵ y el nuestro.

También a diferencia de nuestro trabajo, Dunning et al²⁷⁷ arrojaron resultados estadísticamente significativos ($p < 0,001$) al comparar inter grupos 3 meses después de que los participantes fuesen incluidos en el estudio. Los resultados del pre y post tratamiento en este periodo de seguimiento sí que fueron superiores en nuestro estudio, ya que al menos la mitad de nuestro GE consiguió una remisión completa de la sintomatología a los primeros pasos de la mañana; mientras que en el de Dunning et al²⁷⁷, la media de esta variable se presentó en valores cercanos a los 2 puntos. La diferencia fue más destacada al comparar los GC, ya que, en nuestro estudio, en la mitad de este grupo desaparecieron los síntomas, frente a los aproximadamente 4 puntos de dolor a los primeros pasos de la mañana que se observaron en el estudio de Dunning et al²⁷⁷. Estas diferencias en el pre y el post en favor de nuestra investigación ponen de manifiesto la importancia de los ejercicios de estiramiento del tríceps sural que incluimos tanto en el protocolo de tratamiento, como en las pautas de ejercicio terapéutico domiciliario que el paciente debía mantener incluso terminado el periodo de intervención.

En un apartado anterior se discutió sobre los resultados de la goniometría de la FD de tobillo donde se citó el trabajo de Hsu et al¹⁹² por ser el único que con un abordaje fisioterápico de la FP aportaba datos sobre los grados de movimiento del tobillo. Ya en ese momento se mostraron esos datos, a pesar de que fueron tomados a las 12 semanas. Mostraron una media de 3° de mejoría en el 80% del rango máximo de FD y una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,032$) respecto a los valores iniciales. En este ensayo, el GE obtuvo una mejora de 1° de FD de tobillo con la rodilla flexionada a los 3 meses de comenzar el protocolo. Estos malos resultados se completan al ver que el 25% de los integrantes de este grupo han visto un aumento de la limitación de la FD de al menos 3° (tabla 14). La principal diferencia que encontramos entre ambos estudios radica en el instrumento de medición, ya que un equipo isocinético tiene mayor precisión que un goniómetro manual a la hora de medir los grados de movilidad articular. Otras diferencias que podrían explicar los resultados tan dispares son: el tamaño muestral y la posición de medición. Incluso dentro de nuestro estudio la evolución de las variables goniométricas se comportan de manera que hasta cierto punto nos cuesta comprender, puesto que, para la FD de tobillo con la rodilla extendida podemos decir que clínica y estadísticamente los resultados se parecen inter grupos, pero no en la FD con rodilla en flexión, donde cerca están de ocurrir diferencias estadísticamente significativas a favor del GC (tabla 15).

8.3.2. Determinación de la evolución de las variables clínicas de estudio a los 6 meses

Los resultados de la evolución de las variables de estudio 6 meses después de entrar a formar parte del ensayo siguen la tónica que hemos observado al mes y a los 3 meses de seguimiento.

La disminución del grosor de la fascia plantar es de nuevo estadísticamente significativa en ambos grupos (tabla 18), sin que ello suponga una diferencia estadísticamente significativa de un grupo respecto al otro (tabla 19).

El seguimiento de la muestra que llevaron a cabo Cotchett et al²⁷⁵ no se prolongó más de 3 meses, por lo que llegados a los 6 meses de seguimiento de nuestro estudio no tenemos un estudio de referencia para comparar el dolor a los primeros pasos de la mañana ni tras largos periodos de reposo. En ambos tipos de dolor hubo disminución en el GC y en el grupo punción (tabla 18). Al comparar estos resultados inter grupos se vuelve a ver que no existen diferencias en favor de ninguno de los grupos (tabla 19).

Del mismo modo que el grosor de la fascia plantar, el dolor en los primeros pasos de la mañana y el dolor tras largos periodos de reposo, a los 6 meses, en las variables que miden la FD de tobillo se refleja un aumento de la movilidad en ambos grupos (tabla 20), sin que determine diferencias estadísticamente significativas al comparar inter grupos en ambas variables (tabla 21).

8.4 REPERCUSIONES CLÍNICAS DEL ESTUDIO

Gracias al presente estudio se ha demostrado que el tratamiento con PS en los gemelos y el sóleo en pacientes diagnosticados con FP puede ser una herramienta válida y eficaz para incorporar en protocolos de intervención en la práctica clínica diaria de Fisioterapia y Rehabilitación; quedando demostrados sus efectos en la

disminución del grosor de la fascia plantar, el dolor a los primeros pasos de la mañana, el dolor tras largos periodos de reposo, la FD de tobillo con la rodilla en extensión y la FD con la rodilla en flexión de 90°. Dados los magníficos resultados obtenidos por el GC, debemos extender estas importantes repercusiones clínicas a la importancia de enfocar el abordaje terapéutico en el tratamiento de la musculatura anteriormente citada. A través de este GC hemos podido comprobar que el tratamiento fisioterápico convencional y los ejercicios domiciliarios de estiramiento también consiguieron resultados positivos. Ambos grupos refuerzan nuestra posición respecto a lo que la comprensión y el tratamiento de esta patología se refiere, y esa posición no es otra que tener siempre presente el papel capital que juega la retracción de la cadena posterior en el desarrollo de la FP.

Los resultados del tratamiento con PS invitan a pensar que esta debe ser una técnica de tratamiento más de entre todas las que dispone un fisioterapeuta para el abordaje de esta lesión. De hecho, estos resultados vienen a reforzar los de estudios previos sobre la aplicación de PS en la FP³⁶¹. Los cambios producidos en los pacientes podrían servir para que estos avancen en la recuperación de su discapacidad, ya que se podría combinar esta terapia con ejercicios propioceptivos, de fortalecimiento o un tratamiento ortopodológico, en busca de mayores cambios en la ecografía, el dolor y la movilidad dorsiflexora que impliquen una pronta recuperación de las actividades de la vida diaria de la persona, así como la reinserción en su práctica deportiva habitual.

Por supuesto, es obligación nuestra y del fisioterapeuta que trate con PS, que no todos los pacientes son susceptibles de ser tratados de esta forma, ya que aquellos con belonefobia no deberían ser sometidos a PS de PGM. En el caso de la FP, los resultados que se han mostrado nos aseguran que aplicar un tratamiento manual junto con ejercicios de estiramientos sobre la cadena posterior de la pierna tiene resultados también eficaces para tratar la FP, sin necesidad del abordaje con PS.

Nuestro estudio solo ha realizado la PS en la musculatura de gemelos y sóleo debido a nuestra comprensión de la patología, que ya comentamos en un párrafo previo, y que se basa en la amplia experiencia que existe en su manejo dentro de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid, así como

en el constante estudio y revisión de la bibliografía científica de referencia acerca del tema. Por todo ello decidimos limitar la PS a esa región y no realizarla en la musculatura intrínseca del pie, como en estudios previos²⁷⁵, ya que de nuestra experiencia también somos conocedores del importante dolor post punción que ocasiona la PS en esos casos. Además, no encontramos información en los documentos científicos de referencia que nos sugiriesen la necesidad de aplicar dicho tratamiento.

Entre las hipótesis que se podrían contemplar en futuros estudios sería realizar PS en gemelos y sóleo y comparar sus efectos frente a la PS en musculatura intrínseca del pie, y porqué no, investigar acerca de la eficacia de combinar ambas terapias.

Puntos fuertes y limitaciones del estudio

9. PUNTOS FUERTES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

A continuación, enumeraremos las fortalezas que tiene nuestro estudio y que creemos que son puntos a favor respecto a las demás investigaciones existentes sobre la materia:

1.- Como ya se dijo al inicio de la discusión, este es el primer ensayo clínico en el que se realiza una intervención de Fisioterapia mediante la PS de PGM en la musculatura de gemelos y sóleo exclusivamente, y se realizan las evaluaciones con ecografía, que no solo constituye el gold standard para diagnóstico y tratamiento, sino que aporta datos cuantitativos del grosor de la fascia plantar. De este modo nos permite un diagnóstico y un registro de numérico preciso del estado de la fascia en los distintos momentos en los que fue evaluada;

2.- No nos limitamos a observar los resultados a corto plazo y establecimos un periodo de seguimiento a largo plazo de 6 meses, para comprobar si las diferencias en los resultados se igualan o por el contrario aumentan;

3.- Se conformó un GC para valorar las posibles diferencias al haber añadido PS al protocolo diseñado para la intervención;

4.- Se llevó a cabo el cegamiento del examinador que realizaba las mediciones ecográficas para aumentar la validez interna del estudio;

5.- Por último, decir que los pacientes fueron tratados por un único fisioterapeuta, lo que facilita las conclusiones a partir de los resultados, pues en este caso, la habilidad y la pericia del terapeuta no fue un factor diferencial a la hora de alcanzar los objetivos al no existir más de un profesional que aplicara el tratamiento. Para poder generalizar los datos, se podría hacer un estudio multicéntrico.

Independientemente de los resultados obtenidos y de los puntos fuertes que se acaban de describir, el presente ensayo posee una serie de limitaciones que tienen que ser tomadas en consideración y que a continuación se detallan:

1.- No se empleó, y es un aspecto importante para implementar en futuros trabajos, ninguna escala de calidad de vida o de funcionalidad o salud del pie, como la adaptación española del FHSQ³⁷³. Haber incluido esta opción nos habría aportado nueva información de los pacientes acerca de su percepción de salud el pie y una variable cualitativa que añadir al análisis estadístico, que le confiera una mayor potencia. Sería de esperar que las reducciones en el grosor de la fascia plantar y el dolor que se observaron supusieran también un incremento en la funcionalidad del pie;

2.- Al ser este ensayo clínico objeto de Tesis Doctoral, no fue posible el cegamiento del fisioterapeuta, que hubiera contribuido a disminuir un posible sesgo;

3.- Por último, y a pesar de estudios que confirman la fiabilidad inter observador para la evaluación de PGM³²⁰, todavía existe controversia acerca del procedimiento de diagnóstico de los PGM³⁷⁴. Aunque este aspecto puede ser considerado una limitación, la realidad es que hemos aplicado un protocolo de diagnóstico que a diario es ejecutado en la práctica clínica de fisioterapeutas, médicos rehabilitadores o deportivos, y demás personal sanitario que basa su actividad profesional en el manejo de patología músculo esquelética.

Conclusiones

10. CONCLUSIONES

1. Añadir la PS a una intervención de Fisioterapia basada en terapia manual y estiramientos en pacientes con FP, no resultó ser un tratamiento más eficaz que el tratamiento de Fisioterapia para la FP, en la comparación de la evolución inter grupos.
2. La PS combinada con un tratamiento de Fisioterapia dirigido a normalizar el tono muscular e inhibir los PGM de los músculos gemelos y sóleo, de un grupo de pacientes diagnosticados de FP, produce una disminución significativa, tanto en el GE como en el GC, en el grosor de la fascia plantar en el grupo de pacientes que fueron tratados con este protocolo. Dicha mejora se produce a corto plazo y se mantiene en el tiempo.
3. Los pacientes con FP incluidos en el GE, que recibieron PS añadida a un tratamiento convencional de Fisioterapia, obtuvieron una mejora estadísticamente significativa del cuadro de dolor, en el pre y post intervención, en todos los días de medición. Esta situación se dio para el dolor a los primeros pasos de la mañana y para el dolor tras largos periodos de reposo, y también en el GC.
4. Hubo un aumento significativo del RM en la FD de tobillo con la rodilla en extensión tras implementar la PS en la intervención de Fisioterapia en ambos grupos.
5. La amplitud de movimiento de la FD con la rodilla a 90° de flexión solo experimentó ese aumento significativo en el GC en el primer y el tercer mes; mientras que, al final del periodo de seguimiento, ambos grupos experimentaron esa mejora significativa respecto al inicio del estudio.
6. La adición de la PS a un tratamiento de Fisioterapia convencional no resultó ser más eficaz durante todo el estudio frente al tratamiento de terapia manual y ejercicios domiciliarios de estiramiento que recibió el GC, para reducir el grosor de la fascia plantar en pacientes diagnosticados de FP.

7. No existieron diferencias significativas en los periodos de medición al comparar el dolor inter grupos, tanto en el dolor a los primeros pasos de la mañana, como tras largos periodos de reposo.
8. No hubo diferencias inter grupos en la goniometría de la FD de tobillo con la rodilla en extensión en ninguno de los momentos de evaluación. Para la variable de FD de tobillo con la rodilla en flexión resultó ser más eficaz el protocolo del GC que la inclusión de PS en el primer mes de seguimiento; mientras que, en el tercer y el sexto mes, no se produjeron diferencias significativas inter grupos.

Bibliografía

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Leach RE, Seavey MS, Salter DK. Results of Surgery in Athletes with Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int.* 1986;7(3):156–61.
2. DeMaio M, Paine R, Mangine RE, Drez Jr D. Plantar fasciitis. *Orthopedics.* 1993;16(10):1153–63.
3. Beischer AD, Clarke A, de Steiger RN, Donnan L, Ibuki A, Unglik R. The Practical Application of Multimedia Technology to Facilitate the Education and Treatment of Patients With Plantar Fasciitis: A Pilot Study. *Foot Ankle Spec.* 2008;1(1):30–8.
4. Dunn JE, Link CL, Felson DT, Crincoli MG, Keysor JJ, McKinlay JB. Prevalence of Foot and Ankle Conditions in a Multiethnic Community Sample of Older Adults. *Am J Epidemiol.* 2004;159(5):491–8.
5. Menz HB, Tiedemann A, Kwan MMS, Plumb K, Lord SR. Foot pain in community-dwelling older people: An evaluation of the Manchester Foot Pain and Disability Index. *Rheumatology.* 2006;45(7):863–7.
6. Hill CL, Gill TK, Menz HB, Taylor AW. Prevalence and correlates of foot pain in a population-based study: The North West Adelaide health study. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(1):1–7.
7. McCarthy DJ, Gorecki GE. The anatomical basis of inferior calcaneal lesions. A cryomicrotomy study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1979 Sep 1;69(9):527–36.
8. Buchbinder R: Plantar fasciitis. *N Engl J Med.* 2004;350(21):2159–66.
9. De Vera Barredo R, Menna D, Farris JW. An evaluation of research evidence for selected physical therapy interventions for plantar fasciitis. *J Phys Ther Sci.* 2007;19(1):41–56.
10. Riddle DL, Schappert SM. Volume of Ambulatory Care Visits and Patterns of Care for Patients Diagnosed with Plantar Fasciitis: A National Study of Medical Doctors. *Foot Ankle Int.* 2004;25(5):303–10.
11. Ogden J, Álvarez R, Levitt R, Lee Cross G, Marlow M. Shock Wave Therapy for Chronic Proximal Plantar Fasciitis. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;387:47–59.
12. Dyck DD, Boyajian-O'Neill LA. Plantar fasciitis. *Clin J Sport Med.* 2004;14(5):305–9.
13. Pollack A, Britt H. Plantar fasciitis in Australian general practice. *Aust Fam Physician.* 2015;44(3):90–1.
14. Cole C, Seto C, Gazewood J. Plantar Fasciitis: Evidence-Based Review of Diagnosis and Therapy. *Am Fam Physician.* 2005;72:2237–42.
15. Karr S. Subcalcaneal heel pain. *Orthop Clin North Am.* 1994;25:161–75.
16. Hill JJ, Cutting PJ. Heel pain and body weight. *Foot Ankle.* 1989;9(5):254–6.
17. Bartold SJ. The plantar fascia as a source of pain - Biomechanics, presentation and treatment. *J Bodyw Mov Ther.* 2004;8(3):214–26.

18. Gerster JC. Plantar fasciitis and achilles tendinitis among 150 cases of seronegative spondarthritis. *Rheumatology*. 1980;19(4):218–22.
19. El Hassani S, Sawsen MF, Radouane N, Hajjaj-Hassouni N. Heel pain in rheumatology outpatients. A review of 100 cases. *Jt Bone Spine*. 2002;69(2):235–6.
20. JD G, Crawford R. Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *Am Fam Physician Sep*. 2011;1584(6):676–82.
21. Pfeffer G, Bacchetti P, Deland J, Lewis A, Anderson R, Davis W, et al. Comparison of custom and prefabricated orthoses in the initial treatment of. *Foot Ankle Int*. 1999;20(4):214–21.
22. Lapidus P, Guidotti F. Painfull Heel: Report of 323 Patients With 264 Painful Heels. *Clin Orthop Relat Res*. 1965;39:178–86.
23. Taunton J, Ryan M, Clement D, Mc Kenzie D, Lloyd-Smith D, Zumbo B. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sport Med*. 2002;36:95–101.
24. Furey JG. Plantar fasciitis. The painful heel syndrome. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 1975;57(5):672–3.
25. Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. *Phys Sportsmed*. 1981;9(5):47–58.
26. Crawford F, Thomson C. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(3):CD000416.
27. Kibler W, Goldberg C, Chandler T. Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. *Am J Sports Med*. 1991;19(1):66–71.
28. Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Acute and Overuse Injuries Correlated to Hours of Training in Master Running Athletes. *Foot Ankle Int*. 2008;29(7):671–6.
29. Tenforde AS, Sayres LC, McCurdy ML, Collado H, Sainani KL, Fredericson M. Overuse Injuries in High School Runners: Lifetime Prevalence and Prevention Strategies. *PM R*. 2011;3(2):125–31.
30. Davis PF, Severud E, Baxter DE. Painful Heel Syndrome: Results of Nonoperative Treatment. *Foot Ankle Int*. 1994;15(10):531–5.
31. Martin RL, Irrgang JJ, Conti SF. Outcome study of subjects with insertional plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 1998;19(12):803–11.
32. Wolgin M, Cook C, Mauldin D, Graham C. Conservative Treatment of Plantar Heel Pain: Long-Term Follow-Up. *Foot Ankle Int*. 1994;15(3):97–102.
33. Tong K, Furia J. Economic Burden of Plantar Fasciitis Treatment in the United States. *Am J Orthop*. 2010;39(5):227–31.
34. Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, Johnson RE. Risk factors for Plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85–A(5):872–7.
35. Sullivan J, Burns J, Adams R, Pappas E, Crosbie J. Musculoskeletal and activity-related factors associated with plantar heel pain. *Foot Ankle Int*. 2015;36(1):37–45.

36. Beeson P. Plantar fasciopathy: Revisiting the risk factors. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(3):160–5.
37. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM, Hills AP. The Pathomechanics of Plantar Fasciitis. *Sport Med.* 2006;36(7):585–611.
38. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2006;9(1–2):11–22.
39. Irving DB, Cook JL, Young MA, Menz HB. Obesity and pronated foot type may increase the risk of chronic plantar heel pain: A matched case-control study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:1–8.
40. Irving DB, Cook JL, Young MA, Menz HB. Impact of chronic plantar heel pain on health-related quality of life. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98(4):283–9.
41. van Leeuwen K, Rogers J, Winzenberg T, van Middelkoop M. Higher body mass index is associated with plantar fasciopathy/'plantar fasciitis': systematic review and meta-analysis of various clinical and imaging risk factors. *Br J Sport Med.* 2015;50:972–81.
42. Rano JA, Fallat LM, Savoy-Moore RT. Correlation of heel pain with body mass index and other characteristics of heel pain. *J Foot Ankle Surg.* 2001;40(6):351–6.
43. Dubin J. Biomechanics contribute to plantar fasciitis treatment. *Biomechanics.* 2007;39–46.
44. Mc Poil T, Martin R, Cornwall M, Wukich D, Irrgang J, Godges J. Heel Pain-Plantar Fasciitis: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Function, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2008;38(4):A1–18.
45. Martin RL, Davenport TE, Reischl SF, McPoil TG, Matheson JW, Wukich DK, et al. Heel Pain—Plantar Fasciitis: Revision 2014. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2014;44(11):A1–33.
46. Aldridge T. Diagnosing Heel Pain in Adults. *Am Fam Physician.* 2004;70(2):332–8.
47. Krivickas LS. Anatomical factors associated with overuse sports injuries. *Sport Med.* 1997;24(2):132–46.
48. Pohl MB, Hamill J, Davis IS. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clin J Sport Med.* 2009;19(5):372–6.
49. Thomas JL, Christensen JC, Kravitz SR, Mendicino RW, Schuberth JM, Vanore J V., et al. The Diagnosis and Treatment of Heel Pain: A Clinical Practice Guideline-Revision 2010. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(3):S1–19.
50. Werner RA, Gell N, Hartigan A, Wiggerman N, Keyserling WM. Risk Factors for Plantar Fasciitis Among Assembly Plant Workers. *PM R.* 2010;2(2):110–6.
51. Gibbon WW, Long G. Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia). *Skeletal Radiol.* 1999;28(1):21–6.
52. Sarrafian SK. Functional characteristics of the foot and plantar aponeurosis under tibiotalar loading. *Foot Ankle.* 1987;8(1):4–18.

53. Sarrafian S. Plantar Aponeurosis. In: Sarrafian S, editor. *Anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, and functional*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1993. p. 137–49.
54. Moore K, Agur A. *Introduction to Clinical Anatomy. Essential Clinical Anatomy*. New York: Lippincott Williams & Wilkins; 1995. 118-130 p.
55. Warwick R, Williams P. *Gray's anatomy of the human body*. 35 th Brit. Warwick R, Williams P, editors. Philadelphia: Saunders; 1973. 579-80 p.
56. Bojsen-Møller F, Flagstad KE. Plantar aponeurosis and internal architecture of the ball of the foot. *J Anat*. 1976;121(Pt 3):599–611.
57. JH H, Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. 1954;88. *J Anat*. 1954;88(Pt 1):25–30.
58. Nicholl D. Plantar Fasciitis: Part 3. Biomechanical relationships of the plantar fascia: Considerations prior to surgical plantar fasciotomy. *Podiatry Now* February; 2009.
59. Viel E, Esnault M. The effect of increased tension in the plantar fascia: a biomechanical analysis. *Physiother Pract*; 1989. 5: 69-73.
60. Kim W, Voloshin AS. Role of plantar fascia in the load bearing capacity of the human foot. *J Biomech*. 1995;28(9):1025–33.
61. Whiting W, Zernicke R. *Biomechanics of musculoskeletal injury*. 2 nd. Human Kinetics; 2008.
62. Fuller E. The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000;90(1):35–46.
63. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat*. 2013;223(6):665–76.
64. Carlson RE, Fleming LL, Hutton WC. The biomechanical relationship between the tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. *Foot Ankle Int*. 2000;21(1):18–25.
65. Ker RF, Bennett MB, Bibby SR, Kester RC, Alexander RM. The spring in the arch of the human foot. 1987. p. 147–9.
66. Caravaggi P, Pataky T, Goulermas JY, Savage R, Crompton R. A dynamic model of the windlass mechanism of the foot: evidence for early stance phase preloading of the plantar aponeurosis. *J Exp Biol*. 2009;212(15):2491–9.
67. Wearing SC, Smeathers JE, Yates B, Sullivan PM, Urry SR, Dubois P. Sagittal movement of the medial longitudinal arch is unchanged in plantar fasciitis. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(10):1761–7.
68. Schepsis A, Leach R, Gorzyca J. Plantar fasciitis: etiology, treatment, surgical results and review of the literature. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;(266):185–96.
69. Hicks J. The foot as a support. *Acta anat*. 1955;25:34–45.

70. Thordarson DB, Schmotzer H, Chon J, Peters J. Dynamic Support of the Human Longitudinal Arch. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(316):165–72.
71. D'Ambrogi E, Giacomozzi C, Macellari V, Uccioli L. Abnormal foot function in diabetic patients: The altered onset of Windlass mechanism. *Diabet Med.* 2005;22(12):1713–9.
72. Giacomozzi C, D'Ambrogi E, Uccioli L, Macellari V. Does the thickening of Achilles tendon and plantar fascia contribute to the alteration of diabetic foot loading? *Clin Biomech.* 2005;20(5):532–9.
73. D'Ambrogi E, Giurato L, D'Agostino MA, Giacomozzi C, Macellari V, Caselli A, et al. Contribution of Plantar Fascia to the Increased Forefoot Pressures in Diabetic Patients. *Diabetes Care.* 2003;26(5):1525–9.
74. Prichasuk S, Subhadrabandhu T. The Relationship of Pes Planus and Calcaneal Spur to Plantar Heel Pain. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(306):192–6.
75. Wearing SC, Smeathers JE, Sullivan PM, Yates B, Urry SR, Dubois P. Plantar Fasciitis: Are Pain and Fascial Thickness Associated With Arch Shape and Loading? *Phys Ther.* 2007;87(8):1002–8.
76. Chang R, Rodrigues PA, Van Emmerik REA, Hamill J. Multi-segment foot kinematics and ground reaction forces during gait of individuals with plantar fasciitis. *J Biomech.* 2014;47(11):2571–7.
77. Kwong D, Kay D, Voner R, White M. Mechanics and pathomechanics of treatment. *Clin Sports Med.* 1988;7(1):119–26.
78. Barrett BSL, Erredge SE. Feature : Growth Factors For Chronic Plantar Fasciitis ? Discussing the potential impact of recent literature in rethinking conventional approaches to recalcitrant plantar fasciitis , these authors explore the use of autologous platelet concentrate inject. *Pod Today.* 2004;17(11):36–42.
79. Braddon R, Buschbacher R. *Physical medicine & rehabilitation.* 3rd ed Phi. PA: Saunders Elsevier; 2007.
80. Allen RH, Gross MT. Toe Flexors Strength and Passive Extension Range of Motion of the First Metatarsophalangeal Joint in Individuals With Plantar Fasciitis. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2003;33(8):468–78.
81. Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR. The effect of plantar fasciitis on vertical foot-ground reaction force. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(409):175–85.
82. Bojsen-Moller J, Hansen P, Aagaard U, Kjaer M, Magnusson S. Differential displacement of the human soleus and medial gastrocnemius aponeuroses during isometric plantar flexor contractions in vivo. *J Appl Physiol.* 2004;(97):1908–14.
83. Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ, Sharkey NA. Dynamic Loading of the Plantar Aponeurosis in Walking. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2004;86(3):546–52.
84. Finni T, Komi P V., Lukkariniemi J. Achilles tendon loading during walking: Application of a novel optic fiber technique. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;77(3):289–91.
85. Giddings VL, Beaupré GS, Whalen RT, Carter DR. Calcaneal loading during walking and running. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(3):627–34.

86. Scott S, Winter D. Internal forces at chronic running injury sites. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22(3):357–69.
87. Kannus P, Józsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;7(2):67–71.
88. Arndt A, Brüggemann GP, Koebke J, Segesser B. Asymmetrical loading of the human triceps surae: I. Mediolateral force differences in the Achilles tendon. *Foot Ankle Int.* 1999;20(7):444–9.
89. Cheung JTM, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech.* 2006;21(2):194–203.
90. Patel A, Di Giovanni B. Association Between Plantar Fasciitis and Isolated Contracture of the Gastrocnemius. *Foot Ankle Int.* 2011;32(5–8).
91. Bowers AL, Castro MD. The mechanics behind the image: Foot and ankle pathology associated with gastrocnemius contracture. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2007;11(1):83–90.
92. Cornwall MW, McPoil TG. Plantar Fasciitis: Etiology and Treatment. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1999;29(12):756–60.
93. Landorf KB. Musculoskeletal disorders Plantar heel pain and fasciitis. *Clin Evid (Online).* 2015;11:1111(2015):1–43.
94. Pascual Huerta J. The effect of the gastrocnemius on the plantar fascia. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):701–18.
95. Phillips A, McClinton S. Gait deviations associated with plantar heel pain: A systematic review. *Clin Biomech.* 2017;42:55–64.
96. Chandler TJ, Kibler WB. A Biomechanical Approach to the Prevention, Treatment and Rehabilitation of Plantar Fasciitis. *Sport Med An Int J Appl Med Sci Sport Exerc.* 1993;15(5):344–52.
97. Cornwall M. Common Pathomechanics of the Foot. *Athl Ther Today.* 2000;5(1):10–6.
98. Backstrom K, Moore A. A plantar fasciitis. *Phys Ther Case Rep.* 2000;(3):154–62.
99. Sahrman S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Elsevier Health Sciences; 2002. 121-93 p.
100. Bolgia LA, Malone TR. Plantar Fasciitis and the Windlass Mechanism: A Biomechanical Link to Clinical Practice. *J Athl Train.* 2004;39(1):77–82.
101. Grasel R, Schweitzer M, Kovalovich A, Karasick D, Wapner K, Hecht P, et al. MR Imaging of Plantar Fasciitis: Edema, Tears, and Occult Marrow Abnormalities Correlated with Outcome. *AJR.* 1999;(173):699–701.
102. Yu JS. Pathologic and post-operative conditions of the plantar fascia: Review of MR imaging appearances. *Skeletal Radiol.* 2000;29(9):491–501.
103. Babcock M, Foster L, Pasquina P, Jabbari B. Plantar Fasciitis with Botulinum Toxin A: A Short-Term, Rndomized, Placebo-Controlled Double-Blind Study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(9):649–54.

104. Lemont H, Ammirati K, Usen N. Plantar Fasciitis A degenerative process (FASCIOSIS) without inflammation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003;93(3):234–7.
105. Robbins S. Acute and chronic inflammation. In: Cotranm R, Kumar V, Collins T, et al, editors. *Robbins Pathological Basis of Disease.* 6th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1999. p. 50–8.
106. Weil L, Glover JP, Weil LS. A New Minimally Invasive Technique for Treating Plantar Fasciosis Using Bipolar Radiofrequency: A Prospective Analysis. *Foot Ankle Spec.* 2008;1(1):13–8.
107. Tasto JP. The use of bipolar radiofrequency microtenotomy in the treatment of chronic tendinosis of the foot and ankle. *Tech Foot Ankle Surg.* 2006;5(2):110–6.
108. Tountas A, Fornasier V. Operative Treatment of subcalcaneal pain. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(332):170–8.
109. Riel H, Cotchett M, Delahunt E, Rathleff MS, Vicenzino B, Weir A, et al. Is ‘plantar heel pain’ a more appropriate term than ‘plantar fasciitis’? Time to move on. *Br J Sports Med.* 2017;bjsports-2017-097519.
110. Tisdell CL, Donley BG, Sferri JJ. Diagnosing and treating plantar fasciitis: A conservative approach to plantar heel pain. *Cleve Clin J Med.* 1999;66(4):231–5.
111. Dmitri Luke B. Plantar fasciitis: A new experimental approach to treatment. *Med Hypotheses.* 2002;59(1):95–7.
112. Buchbinder R, Ptaznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabakaran V, Forbes A. Ultrasound-Guided Extracorporeal Shock Wave Therapy for Plantar Fasciitis. *Jama.* 2002;288(11):1364.
113. McMillan AM, Landorf KB, Barrett JT, Menz HB, Bird AR. Diagnostic imaging for chronic plantar heel pain: A systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2009;2(1):1–12.
114. Alshami AM, Souvlis T, Coppieters MW. A review of plantar heel pain of neural origin: Differential diagnosis and management. *Man Ther.* 2008;13(2):103–11.
115. Buttkle J. Stepping Up Foot Injury Diagnosis: Jones, Lisfranc and Charcot. *Nurse Pract.* 2005;30(12):46–52.
116. Ertugrul M, Baktiroglu S, Salman S, Unal S, Aksoy M, Berberoglu K, et al. The diagnosis of osteomyelitis of the foot in diabetes: Microbiological examination vs. magnetic resonance imaging and labelled leucocyte scanning. *Diabet Med.* 2006;23(6):649–53.
117. Hawke F, Burns J. Understanding the nature and mechanism of foot pain. *J Foot Ankle Res.* 2009;2(1):1–11.
118. Coppieters MW, Alshami AM, Babri A, Kippers V, Hodges P. Strain and Excursion of the Sciatic, Tibial, and Plantar Nerves during a Modified Straight Leg Raising Test. *J Orthop Res.* 2006;24(9):1883–9.
119. Kinoshita M, Okuda R, Morikawa J, Jotoku T, Abe M. The dorsiflexion-eversion test for diagnosis of tarsal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83–A(12):1835–9.

120. Baxter DE, Pfeffer GB. Treatment of Chronic Heel Pain by Surgical Release of the First Branch of the Lateral Plantar Nerve. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;NA;(279):229–36.
121. Dellon A. Management of peripheral nerve problems in the upper and lower extremity using quantitative sensory testing. *Hand Clin.* 1999;15(4):697–717.
122. Bussi res AE, Peterson C, Taylor JAM. Diagnostic Imaging Practice Guidelines for Musculoskeletal Complaints in Adults-An Evidence-Based Approach: Introduction. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30(9):617–83.
123. Fabrikant JM, Park TS. Plantar fasciitis (fasciosis) treatment outcome study: Plantar fascia thickness measured by ultrasound and correlated with patient self-reported improvement. *Foot.* 2011;21(2):79–83.
124. Mohseni-Bandpei MA, Nakhaee M, Mousavi ME, Shakourirad A, Safari MR, Vahab Kashani R. Application of ultrasound in the assessment of plantar fascia in patients with plantar fasciitis: A systematic review. *Ultrasound Med Biol.* 2014;40(8):1737–54.
125. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Farooki S, Kakitsubata Y, Resnick D. Disorders of the plantar aponeurosis: A spectrum of MR imaging findings. *Am J Roentgenol.* 2001;176(1):97–104.
126. Hajek PC, Baker LL, Bjorkengren A, Sartoris DJ, Neumann CH, Resnick D. High-resolution magnetic resonance imaging of the ankle: Normal anatomy. *Skeletal Radiol.* 1986;15(7):536–40.
127. Zhu F, Johnson J, Hirose C, Bae K. Chronic Plantar Fasciitis: Acute Changes in the Heel after Extracorporeal High-Energy Shock Wave Therapy—Observations at MR Imaging. *Radiology.* 2005;234(1):206–10.
128. Berkowitz J, Kier R, Rudicel S. Plantar Fasciitis: MR Imaging. *Radiology.* 1991;179(3):665–7.
129. Fornage BD. The hypoechoic normal tendon. A pitfall. *J Ultrasound Med.* 1987;6(1):19–22.
130. Akfirat M, Sen C, G nes T. Ultrasonographic appearance of the plantar fasciitis. *Clin Imaging.* 2003;27(5):353–7.
131. Falsetti P, Fredani B, Acciai C, Baldi F, Filipou G, Parra Prada E, et al. Ultrasonographic study of Achilles tendon and plantar fascia in chondrocalcinosis. *J Rheumatol.* 2004;31(11):2242–50.
132. Kane D, Greaney T, Shanahan M, Duffy G, Bresnihan B, Gibney R, et al. The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. *Rheumatology.* 2001;40:1002–8.
133. Wall JR, Harkness MA, Crawford A. Ultrasound diagnosis of plantar fasciitis. *Foot Ankle.* 1993;14(8):465–70.
134. Sabir N, Demirlenk S, Yagci B, Karabulut N, Cubukcu S. Clinical utility of sonography in diagnosing plantar fasciitis. *J Ultrasound Med.* 2005;24(8):1041–8.

135. Abdel-Wahab N, Fathi S, Al-Emadi S, Mahdi S. High-resolution ultrasonographic diagnosis of plantar fasciitis: A correlation of ultrasound and magnetic resonance imaging. *Int J Rheum Dis*. 2008;11(3):279–86.
136. Cheng JW, Tsai WC, Yu TY, Huang KY. Reproducibility of sonographic measurement of thickness and echogenicity of the plantar fascia. *J Clin Ultrasound*. 2012;40(1):14–9.
137. Tsai W, Chiu M, Wang C, Tang F, Wong M. Ultrasound evaluation of plantar fasciitis. *Scand J Rheumatol*. 2000;29:255–9.
138. Wu C, Chang K, Mio S, Chen W, Wang T. Sonoelastography of the Plantar Fascia. *Radiology*. 2011;259(2):502–7.
139. Kapoor A, Sandhu HS, Sandhu PS, Kapoor A, Mahajan G, Kumar A. Realtime elastography in plantar fasciitis: Comparison with ultrasonography and MRI. *Curr Orthop Pract*. 2010;21(6):600–8.
140. Gamba C, Sala-Pujals A, Perez-Prieto D, Ares-Vidal J, Solano-Lopez A, Gonzalez-Lucena G, et al. Relationship of Plantar Fascia Thickness and Preoperative Pain, Function, and Quality of Life in Recalcitrant Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2018;39(8):930–4.
141. Ozdemir H, Yilmaz E, Murat A, Karakurt L, Poyraz AK, Ogur E. Sonographic evaluation of plantar fasciitis and relation to body mass index. *Eur J Radiol*. 2005;54(3):443–7.
142. McMillan AM, Landorf KB, Gilheany MF, Bird AR, Morrow AD, Menz HB. Ultrasound guided corticosteroid injection for plantar fasciitis: Randomised controlled trial. *BMJ*. 2012;344(7859):1–12.
143. Yucel I, Yazici B, Degirmenci E, Erdogmus B, Dogan S. Comparison of ultrasound-, palpation-, and scintigraphy-guided steroid injections in the treatment of plantar fasciitis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009;129(5):695–701.
144. Mahowald S, Legge BS, Grady JF. The correlation between plantar fascia thickness and symptoms of plantar fasciitis. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2011;101(5):385–9.
145. Gordon R, Wong C, Crawford EJ. Ultrasonographic Evaluation of Low Energy Extracorporeal Pulse Activated Therapy (EPAT) for Chronic Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2012;33(3):202–7.
146. Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Rupp S, Kohn D, Seil R. Ultrasonographic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(1):6–9.
147. Vohra PK, Japour CJ. Ultrasound-guided plantar fascia release technique. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2009;99(3):183–90.
148. Hyer CF, VanCourt R, Block A. Evaluation of ultrasound-guided Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) in the treatment of chronic plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44(2):137–43.
149. Theodore G, Buch M, Amendola A, Bachmann C, Fleming L, Zingas C. Extracorporeal Shock Wave Therapy for the Treatment of Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2004;25(5):290–7.

150. Skovdal Rathleff M, Moelgaard C, Lykkegaard Olesen J. Intra- and interobserver reliability of quantitative ultrasound measurement of the plantar fascia. *J Clin Ultrasound*. 2011;39(3):128–34.
151. Granado MJ, Lohman EB, Gordon KE, Daher NS. Metatarsophalangeal joint extension changes ultrasound measurements for plantar fascia thickness. *J Foot Ankle Res*. 2018;11(1):1–7.
152. Vohra PK, Kincaid BR, Japour CJ, Sobel E. Ultrasonographic Evaluation of Plantar Fascia Bands. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2002;92(8):444–9.
153. Menz HB, Thomas MJ, Marshall M, Rathod-Mistry T, Hall A, Chesterton LS, et al. Coexistence of plantar calcaneal spurs and plantar fascial thickening in individuals with plantar heel pain. *Rheumatology*. 2018;1–9.
154. Babaei-Ghazani A, Karimi N, Forogh B, Madani SP, Ebadi S, Fadavi HR, et al. Comparison of Ultrasound-Guided Local Ozone (O₂-O₃) Injection vs Corticosteroid Injection in the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized Clinical Trial. *Pain Med*. 2018;0(0):1–9.
155. Hansen L, Krogh TP, Ellingsen T, Bolvig L, Fredberg U. Long-Term Prognosis of Plantar Fasciitis: A 5- to 15-Year Follow-up Study of 174 Patients With Ultrasound Examination. *Orthop J Sport Med*. 2018;6(3):1–9.
156. Kamel M, Kotob H. High frequency ultrasonographic findings in plantar fasciitis and assessment of local steroid injection. *J Rheumatol*. 2000;27(9):2139–41.
157. Richardson DR, Richardson EG. Heel Pain. In: *AAOS Comprehensive Orthopaedic Review 2*. Mosby, St Louis: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2014. p. 1525–30.
158. Grieve R, Palmer S. Physiotherapy for plantar fasciitis: a UK-wide survey of current practice. *Physiotherapy*. 2017;103(2):193–200.
159. Singh D, Angel J, Bentley G, Trevino SG. Clinical Review. Plantar Fasciitis. *BMJ*. 1997;315:172–5.
160. McClinton SM, Cleland J, Flynn T. Predictors of Response to Physical Therapy Intervention for Plantar Heel Pain. *Foot Ankle Int*. 2014;1–9.
161. van de Water A, Speksnijder C. Efficacy of Taping for the Treatment of Plantar Fasciosis. A Systematic Review of Controlled Trials. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2010;100(1):41–51.
162. Atkins D, Crawford F, Edwards J, Lambert M. A systematic review of treatments for the painful heel. *Rheumatology*. 1999;38(10):968–73.
163. Sweeting D, Parish B, Hooper L, Chester R. The effectiveness of manual stretching in the treatment of plantar heel pain : a systematic review. *J Foot Ankle Res*. 2011;4:1–13.
164. Shashua A, Fletcher S, Avidan L, Ofir D, Melayev A, Kalichman L. The Effect of Additional Ankle and Midfoot Mobilizations on Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2015;45(4):265-A2.
165. Celik D, Kuş G, Sırma SÖ. Joint mobilization and stretching exercise vs steroid injection in the treatment of plantar fasciitis: A randomized controlled study. *Foot Ankle Int*. 2015;1–7.

166. Brantingham JW, Bonnefin D, Perle SM, Cassa TK, Globe G, Pribicevic M, et al. Manipulative therapy for lower extremity conditions: Update of a literature review. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012;35(2):127–66.
167. Cleland JA, Abbott JH, Kidd MO, Stockwell S, Cheney S, Gerrard DF, et al. Manual Physical Therapy and Exercise Versus Electrophysical Agents and Exercise in the Management of Plantar Heel Pain: A Multicenter Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2009;39(8):573–85.
168. Renan-Ordine R, Albuquerque-Sendín F, Rodrigues De Souza DP, Cleland JA, Fernández-de-las-Peñas C. Effectiveness of Myofascial Trigger Point Manual Therapy Combined With a Self-Stretching Protocol for the Management of Plantar Heel Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2011;41(2):43–50.
169. Fraser JJ, Corbett R, Donner C, Hertel J. Does manual therapy improve pain and function in patients with plantar fasciitis? A systematic review. *J Man Manip Ther.* 2017;9817(May):1–11.
170. Huffer D, Hing W, Newton R, Clair M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: A systematic review. *Phys Ther Sport.* 2017;24:44–52.
171. Rathleff MS, Mølgaard CM, Fredberg U, Kaalund S, Andersen KB, Jensen TT, et al. High-load strength training improves outcome in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Scand J Med Sci Sport.* 2015;25(3):e292–300.
172. Mischke JJ, Jayaseelan DJ, Sault JD, Emerson Kavchak AJ. The symptomatic and functional effects of manual physical therapy on plantar heel pain: a systematic review. *J Man Manip Ther.* 2017;25(1):3–10.
173. Attard J, Singh D. A comparison of two night ankle-foot orthoses used in the treatment of inferior heel pain: A preliminary investigation. *Foot Ankle Surg.* 2012;18(2):108–10.
174. Beyzadeoğlu T, Gökçe A, Bekler H. The effectiveness of dorsiflexion night splint added to conservative treatment for plantar fasciitis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2007;41(3):220–4.
175. Lee WCC, Wong WY, Kung E, Leung AKL. Effectiveness of adjustable dorsiflexion night splint in combination with accommodative foot orthosis on plantar fasciitis. *J Rehabil Res Dev.* 2012;49(10):1557.
176. Sheridan L, Lopez A, Perez A, John MM, Willis FB, Shanmugam R. Plantar fasciopathy treated with dynamic splinting: a randomized controlled trial. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2010;100(3):161–5.
177. Landorf KB, Keenan A, Herbert RD. Effectiveness of foot orthoses to treat plantar fasciitis. A randomized trial. *Arch Intern Med.* 2006;166(12):1305–10.
178. al-Bluwi MT, Sadat-Ali M, al-Habdan IM, Azam MQ. Efficacy of EZStep in the Management of Plantar Fasciitis: A Prospective, Randomized Study. *Foot Ankle Spec.* 2011;4(4):218–21.
179. Cheung RTH, Chung RCK, Ng GYF. Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: A meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):743–51.

180. Drake M, Bittenbender C, Boyles R. The Short-Term Effects of Treating Plantar Fasciitis With a Temporary Custom Foot Orthosis and Stretching. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2011;41(4):221–31.
181. Ferber R, Benson B. Changes in multi-segment foot biomechanics with a heat-mouldable semi-custom foot orthotic device. *J Foot Ankle Res.* 2011;4(1):2–9.
182. Hawke F, Burns J, Radford J, du Toit V. Custom foot orthoses for the treatment of foot pain: a systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(Suppl 1):O46.
183. Hume P, Hopkins W, Rome K, Maulder P, Coyle G, Nigg B. Effectiveness of Foot Orthoses for Treatment and Prevention of Lower Limb Injuries. A Review. *Sport Med.* 2008;38(9):759–79.
184. Lee SY, McKeon P, Hertel J. Does the use of orthoses improve self-reported pain and function measures in patients with plantar fasciitis? A meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2009;10(1):12–8.
185. Van Lunen B, Cortes N, Andrus T, Walker M, Pasquale M, Onate J. Immediate effects of a heel-pain orthosis and an augmented low-dye taping on plantar pressures and pain in subjects with plantar fasciitis. *Clin J Sport Med.* 2011;21(6):474–9.
186. Radford JA, Landorf KB, Buchbinder R, Cook C. Effectiveness of low-Dye taping for the short-term treatment of plantar heel pain: A randomised trial. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2006;7:1–7.
187. Franettovich M, Chapman A, Blanch P, Vicenzino B. A physiological and psychological basis for anti-pronation taping from a critical review of the literature. *Sport Med.* 2008;38(8):617–31.
188. Tsai CT, Chang WD, Lee JP. Effects of short-term treatment with kinesiotaping for plantar fasciitis. *J Musculoskeletal Pain.* 2010;18(1):71–80.
189. Yin MC, Ye J, Yao M, Cui XJ, Xia Y, Shen QX, et al. Is extracorporeal shock wave therapy clinical efficacy for relief of chronic, recalcitrant plantar fasciitis? A systematic review and meta-analysis of randomized placebo or active-treatment controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(8):1585–93.
190. Gollwitzer H, Saxena A, DiDomenico LA, Galli L, Bouche RT, Caminear DS, et al. Clinically relevant effectiveness of focused extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: A Randomized, Controlled Multicenter Study. *J Bone Jt Surg - Am Vol.* 2015;97(9):701–8.
191. Ibrahim MI, Donatelli RA, Hellman M, Hussein AZ, Furia JP, Schmitz C. Long-term results of radial extracorporeal shock wave treatment for chronic plantar fasciopathy: A prospective, randomized, placebo-controlled trial with two years follow-up. *J Orthop Res.* 2017;35(7):1532–8.
192. Hsu WH, Yu PA, Lai LJ, Chen CL, Kuo LT, Fan CH. Effect of Extracorporeal Shockwave Therapy on Passive Ankle Stiffness in Patients With Plantar Fasciopathy. *J Foot Ankle Surg.* 2018;57(1):15–8.

193. Vahdatpour B, Mokhtarian A, Raeissadat S, Dehghan F, Nasr N, Mazaheri M. Enhancement of the Effectiveness of Extracorporeal Shock Wave Therapy with Topical Corticosteroid in Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized Control Clinical Trial. *Adv Biomed Res.* 2018;1–6.
194. Iborra-Marcos A, Ramos-Álvarez J, Rodríguez-Fabián G, Del Castillo-González F, López-Román A, Polo-Portes C, et al. Intratissue Percutaneous Electrolysis vs Corticosteroid Infiltration for the Treatment of Plantar Fasciosis. *Foot Ankle Int.* 2018;1–8.
195. Fernández-Rodríguez T, Fernández-Rolle A, Truyols-Domínguez S, Benítez-Martínez J, Casaña-Granell J. Prospective Randomized Trial of Electrolysis for Chronic Plantar Heel Pain. *Foot Ankle.* 2018;1–8.
196. Uden H, Boesch E, Kumar S. Plantar fasciitis – to jab or to support? A systematic review of the current best evidence. *J Multidiscip Healthc.* 2011;4:155–64.
197. Nahin RL. Prevalence and Pharmaceutical Treatment of Plantar Fasciitis in United States Adults. *J Pain.* 2018;19(8):885–96.
198. Tillu A, Gupta S. Treatment on of Acupuncture Effect Fasciitis due to Plantar Heel Pain. *Acupunt Med.* 1998;16(2):66–8.
199. Vickers AJ, Cronin AM, Maschino AC, Lewith G, MacPherson H, Foster NE, et al. Acupuncture for chronic pain: Individual patient data meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2012;172(19):1444–53.
200. Kiritzi O, Tsitas K, Malliaropoulos N, Mikroulis G. Ultrasonographic evaluation of plantar fasciitis after low-level laser therapy: Results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2010;25(2):275–81.
201. Shanks P, Curran M, Fletcher P, Thompson R. The effectiveness of therapeutic ultrasound for musculoskeletal conditions of the lower limb: A literature review. *Foot.* 2010;20(4):133–9.
202. Costantino C, Vulpiani M, Romiti D, Vetrano M, Saraceni V. Cryoultrasound therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis with heel spurs. A randomized controlled clinical study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;50(1):39–47.
203. Butterworth PA, Landorf KB, Smith SE, Menz HB. The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: A systematic review. *Obes Rev.* 2012;13(7):630–42.
204. Tanamas SK, Wluka AnE, Berry P, Menz HB, Strauss BJ, Davies-Tuck M, et al. Relationship between obesity and foot pain and its association with fat mass, fat distribution, and muscle mass. *Arthritis Care Res.* 2012;64(2):262–8.
205. League AC. Current Concepts Review: Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2008;29(3):358–66.
206. Stuber K, Kristmanson K. Conservative therapy for plantar fasciitis: a narrative review of randomized controlled trials. *J Can Chiropr Assoc.* 2006;50(2):118–33.
207. Tatli YZ, Kapasi S. The real risks of steroid injection for plantar fasciitis, with a review of conservative therapies. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2009;2(1):3–9.

208. Li H, Lv H, Lin T. Comparison of efficacy of eight treatments for plantar fasciitis: A network meta-analysis. *J Cell Physiol.* 2018;234(1):860–70.
209. Cotchett MP, Whittaker G, Erbas B. Psychological variables associated with foot function and foot pain in patients with plantar heel pain. *Clin Rheumatol.* 2015;34(5):957–64.
210. Cotchett M, Munteanu SE, Landorf KB. Depression, Anxiety, and Stress in People with and Without Plantar Heel Pain. *Foot Ankle Int.* 2016;37(8):816–21.
211. Cotchett M, Lennecke A, Medica VG, Whittaker GA, Bonanno DR. The association between pain catastrophising and kinesiophobia with pain and function in people with plantar heel pain. *Foot.* 2017;32:8–14.
212. Nakagawa R, Yamaguchi S, Kimura S, Sadamasu A, Yamamoto Y, Sato Y, et al. Association of Anxiety and Depression With Pain and Quality of Life in Patients With Chronic Foot and Ankle Diseases. *Foot Ankle Int.* 2017;38(11):1192–8.
213. Murphy GA, Pneumáticos SG, Kamaric E, Noble PC, Trevino SG, Baxter DE. Biomechanical consequences of sequential plantar fascia release. *Foot Ankle Int.* 1998;19(3):149–52.
214. Erdemir A, Piazza SJ. Changes in Foot Loading Following Plantar Fasciotomy: A Computer Modeling Study. *J Biomech Eng.* 2004;126(2):237.
215. Gibbons R, Mackie KE, Beveridge T, Hince D, Ammon P. Evaluation of Long-term Outcomes Following Plantar Fasciotomy. *Foot Ankle Int.* 2018;39(11):1312–9.
216. Monteagudo M, Maceira E, Garcia-Virto V, Canosa R. Chronic plantar fasciitis: Plantar fasciotomy versus gastrocnemius recession. *Int Orthop.* 2013;37(9):1845–50.
217. Ficke B, Elattar O, Naranje SM, Araoye I, Shah AB. Gastrocnemius recession for recalcitrant plantar fasciitis in overweight and obese patients. *Foot Ankle Surg.* 2017;8–10.
218. Molund M, Husebye E, Hellesnes J, Nilsen F, Hvaal K. Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain. *Foot Ankle Int.* 2018;1–9.
219. Cottom JM, Maker JM, Richardson P, Baker JS. Endoscopic Debridement for Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: An Innovative Technique and Prospective Study of 46 Consecutive Patients. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(4):748–52.
220. Hyland MR, Webber-Gaffney A, Cohen L, Lichtman SW. Randomized Controlled Trial of Calcaneal Taping, Sham Taping, and Plantar Fascia Stretching for the Short-Term Management of Plantar Heel Pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2006;36(6):364–71.
221. Radford JA, Landorf KB, Buchbinder R, Cook C. Effectiveness of calf muscle stretching for the short-term treatment of plantar heel pain: A randomised trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:1–8.
222. Di Giovanni B, Nawoczinski D, Lintal M, Moore E, Murray J, Wilding G, et al. Tissue-Specific Plantar Fascia-Stretching Exercise Enhances Outcomes in Patients with Chronic Heel Pain. *J bone Jt Surg.* 2003;85–A(1270–1277).

223. Landorf KB, Radford JA, Hudson S. Minimal Important Difference (MID) of two commonly used outcome measures for foot problems. *J Foot Ankle Res.* 2010;3(1):1–6.
224. Porter D, Barrill E, Oneacre K, May B. The effects of duration and frequency of Achilles tendon stretching on dorsiflexion and outcome in painful heel syndrome: A randomized, blinded, control study. *Foot Ankle Int.* 2002;23(7):619–24.
225. Sharma N, Loudon J. Static Progressive Stretch Brace as a Treatment of Pain and Functional Limitations Associated With Plantar Fasciitis. A Pilot Study. *Foot Ankle Spec.* 2010;3(3):117–24.
226. Engkananuwat P, Kanlayanaphotporn R, Purepong N. Effectiveness of the Simultaneous Stretching of the Achilles Tendon and Plantar Fascia in Individuals With Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2017;1–8.
227. Wynne MM, Burns JM, Eland DC, Conatser RR, Howell JN. Effect of counterstrain on stretch reflexes, Hoffman reflexes, and clinical outcomes in subjects with plantar fasciitis. *J Am Osteopath Assoc.* 2006;106(9):547–56.
228. Silvester M. Calf stretching in correct alignment. An important consideration in plantar fasciopathies. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(1):212–5.
229. Rompe JD, Cacchio A, Weil L, Furia JP, Haist J, Reiners V, et al. Plantar fascia-specific stretching versus radial shock-wave therapy as initial treatment of plantar fasciopathy. *J Bone Jt Surg.* 2010;92(15):2514–22.
230. Aranda-Bolívar Y, Munuera P V, Polo-Padillo J. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2013;34(1):42–8.
231. Anoze A. Interferon Alpha -2b in plantar fasciitis. *Iraqi J Med Sci.* 2008;6(1):128–31.
232. Pietrzak W, Eppley B. Platelet rich plasma: Biology and new technology. *J Craniofac Surg.* 2005;16(6):1043–54.
233. Marx RE. Platelet-Rich Plasma (PRP): What Is PRP and What Is Not PRP? *Implant Dent.* 2001;10(4):225–8.
234. Ferrari M, Zia S, Valbonesi M, Henriquet F, Venere G, Spagnolo S, et al. A new technique for hemodilution, preparation of autologous platelet-rich plasma and intraoperative blood salvage in cardiac surgery. *Int J Artif Organs.* 1987;10(1):47–50.
235. Marx RE, Carlson UER, Eichstaedt DRM, Steven CR, Georgeff KR. Platelet-rich plasma. *Oral Surg.* 1998;85(6):638–46.
236. Arnoczky SP, Warren RF, Spivak JM. Meniscal Repair Using an Exogenous Fibrin Clot. *J bone Jt Surg.* 1988;70(8):1209–17.
237. Mishra A, Pavelko T. Treatment of chronic elbow tendinosis with buffered platelet-rich plasma. *Am J Sports Med.* 2006;34(11):1774–8.
238. Shetty VD, Dhillon M, Hegde C, Jagtap P, Shetty S. A study to compare the efficacy of corticosteroid therapy with platelet-rich plasma therapy in recalcitrant plantar fasciitis: A preliminary report. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(1):10–3.

239. Monto RR. Platelet-rich plasma efficacy versus corticosteroid injection treatment for chronic severe plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2014;35(4):313–8.
240. Meheux CJ, McCulloch PC, Lintner DM, Varner KE, Harris JD. Efficacy of Intra-articular Platelet-Rich Plasma Injections in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 2016;32(3):495–505.
241. Marx RE, Garg AK. Dental and craniofacial applications of platelet-rich plasma. Quintessence Publishing Company; 2005.
242. Simons D, Janet G. Dolor y disfunción miofascial. El manual de los Puntos Gatillo. Vol 1. 3ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2005.
243. Lewit K, Simons D. Myofascial pain: relief by post-isometric relaxation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65(8):452–6.
244. Huang Y-T, Lin S-Y, Neoh C-A, Wang K-Y, Jean Y-H, Shi H-Y. Dry Needling for Myofascial Pain: Prognostic Factors. *J Altern Complement Med.* 2011;17(8):755–62.
245. Dommerholt J, Grieve R, Layton M, Hooks T. An evidence-informed review of the current myofascial pain literature - January 2015. *J Bodyw Mov Ther.* 2015;19(1):126–37.
246. Dommerholt J, Grieve R, Hooks T, Layton M. A critical overview of the current myofascial pain literature - October 2015. *J Bodyw Mov Ther.* 2015;19(4):736–46.
247. Itoh K, Katsumi Y, Hirota S, Kitakoji H. Randomised trial of trigger point acupuncture compared with other acupuncture for treatment of chronic neck pain. *Complement Ther Med.* 2007;15(3):172–9.
248. Tough EA, White AR, Richards SH, Campbell JL. Myofascial trigger point needling for whiplash associated pain - A feasibility study. *Man Ther.* 2010;15(6):529–35.
249. Kietrys DM, Palombaro KM, Azzaretto E, Hubler R, Schaller B, Schlusell JM, et al. Effectiveness of Dry Needling for Upper-Quarter Myofascial Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2013;43(9):620–34.
250. Pecos-Martín D, Montañez-Aguilera FJ, Gallego-Izquierdo T, Urraca-Gesto A, Gómez-Conesa A, Romero-Franco N, et al. Effectiveness of dry needling on the lower trapezius in patients with mechanical neck pain: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(5):775–81.
251. Ong J, Claydon LS. The effect of dry needling for myofascial trigger points in the neck and shoulders: A systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(3):390–8.
252. Liu L, Huang QM, Wang LB. Whether lidocaine or dry needling should be the favored treatment after meta analysis. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(4):517–8.
253. Ziaefar M, Arab AM, Karimi N, Nourbakhsh MR. The effect of dry needling on pain, pressure pain threshold and disability in patients with a myofascial trigger point in the upper trapezius muscle. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(2):298–305.

254. DiLorenzo L, Trallesi M, Morelli D, Pompa A, Brunelli S, Buzzi MG, et al. Hemiparetic Shoulder Pain Syndrome Treated with Deep Dry Needling During Early Rehabilitation: A Prospective, Open-Label, Randomized Investigation. *J Musculoskelet Pain*. 2004;12(2):25–34.
255. Rha DW, Park GY, Kim YK, Kim MT, Lee SC. Comparison of the therapeutic effects of ultrasound-guided platelet-rich plasma injection and dry needling in rotator cuff disease: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(2):113–22.
256. Arias-Buría JL, Valero-Alcaide R, Cleland JA, Salom-Moreno J, Ortega-Santiago R, Atín-Arratibel MA, et al. Inclusion of trigger point dry needling in a multimodal physical therapy program for postoperative shoulder pain: A randomized clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2015;38(3):179–87.
257. Fernández-Carnero J, La Touche R, Ortega-Santiago R, Galán-del-Río F, Pesquera J, Ge H, et al. Short-term effects of dry needling of active myofascial trigger points in the masseter muscle in patients with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain*. 2010;24(11):106–12.
258. Itoh K, Hirota S, Katsumi Y, Ochi H, Kitakoji H. Trigger point acupuncture for treatment of knee osteoarthritis-a preliminary RCT for a pragmatic trial. *Acupunct Med*. 2008;26(1):17–26.
259. Mayoral O, Salvat I, Martín MT, Martín S, Santiago J, Cotarelo J, et al. Efficacy of Myofascial Trigger Point Dry Needling in the Prevention of Pain after Total Knee Arthroplasty : A Randomized , Double- Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Evidence-Based Complement Altern Med*. 2013;2013:1–8.
260. Huguenin L, Brukner PD, McCrory P, Smith P, Wajswelner H, Bennell K. Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: A randomised, placebo controlled, double blind trial. *Br J Sports Med*. 2005;39(2):84–90.
261. Jayaseelan DJ, Moats N, Ricardo CR. Rehabilitation of Proximal Hamstring Tendinopathy Utilizing Eccentric Training, Lumbopelvic Stabilization, and Trigger Point Dry Needling: 2 Case Reports. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2014;44(3):198–205.
262. Furlan AD, Van Tulder M, Cherkin D, Tsukayama H, Lao L, Koes B, et al. Acupuncture and dry-needling for low back pain: An updated systematic review within the framework of the cochrane collaboration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(8):944–63.
263. Itoh K, Katsumi Y, Hirota S, Kitakoji H. Effects of trigger point acupuncture on chronic low back pain in elderly patients - A sham-controlled randomised trial. *Acupunct Med*. 2006;24(1):5–12.
264. Itoh K, Katsumi Y, Kitakoji H. Trigger point acupuncture treatment of chronic low back pain in elderly patients-a blinded RCT. 2004;22(4):170–7.
265. Rainey CE. The use of trigger point dry needling and intramuscular electrical stimulation for a subject with chronic low back pain: A case report. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(2):145–61.
266. Koppenhaver SL, Walker MJ, Su J, McGowen JM, Umlauf L, Harris KD, et al. Changes in lumbar multifidus muscle function and nociceptive sensitivity in low back pain patient responders versus non-responders after dry needling treatment. *Man Ther*. 2015;20(6):769–76.

267. Espejo-Antúnez L, Tejeda JFH, Albornoz-Cabello M, Rodríguez-Mansilla J, de la Cruz-Torres B, Ribeiro F, et al. Dry needling in the management of myofascial trigger points: A systematic review of randomized controlled trials. *Complement Ther Med*. 2017;33(July 2016):46–57.
268. Pérez-Millán R, Foster L. Low frequency electroacupuncture in the management of refractory plantar fasciitis. *Med Acupunct*. 2001;13(1):1–6.
269. Cotchett MP, Landorf KB, Munteanu SE. Effectiveness of dry needling and injections of myofascial trigger points associated with plantar heel pain: a systematic review. *J Foot Ankle Res*. 2010;3:18.
270. Cotchett MP, Landorf KB, Munteanu SE, Raspovic AM. Consensus for dry needling for plantar heel pain (plantar fasciitis): A modified Delphi study. *Acupunct Med*. 2011;29(3):193–202.
271. Cotchett MP, Landorf KB, Munteanu SE, Raspovic A. Effectiveness of trigger point dry needling for plantar heel pain: study protocol for a randomised controlled trial. *J Foot Ankle Res*. 2011;4(5):1–10.
272. Simons DG, Travell JG SL. *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual, Vol 1: The Upper Half of the Body*. 2nd ed. Lippincott Williams&Wilkins, editor. Baltimore, MD; 1999.
273. Dommerholt J, Gerwin R. Neurophysiological effects of trigger point needling therapies. In: Fernández-de-las-Peñas C, Arendt-Nielsen L, Gerwin R, editors. *Tension-Type and Cervicogenic Headache: Pathophysiology, Diagnosis and Management*. Boston, MA: Jones & Bartlett; 2010. p. 247–59.
274. Hong CZ. Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point. The importance of the local twitch response. *Am J Phys Med Rehabil*. 1994;73:256–63.
275. Cotchett MP, Munteanu SE, Landorf, KB. Effectiveness of Trigger Point Dry Needling for Plantar Heel Pain: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther*. 2014;94(12):1083–94.
276. Rastegar S, Baradaran Mahdavi S, Hoseinzadeh B, Badiei S. Comparison of dry needling and steroid injection in the treatment of plantar fasciitis: a single-blind randomized clinical trial. *Int Orthop*. 2018;42(1):109–16.
277. Dunning J, Butts R, Henry N, Mourad F, Brannon A, Rodríguez H, et al. Electrical dry needling as an adjunct to exercise, manual therapy and ultrasound for plantar fasciitis: A multi-center randomized clinical trial. *PLoS One*. 2018;13(10):1–24.
278. Dommerholt J, Mayoral del Moral O, Gröbli C. Trigger Point Dry Needling. *J Man Manip Ther*. 2006;14(4):70E–87E.
279. Fernández-de-las-Peñas C, Dommerholt J. International Consensus on Diagnostic Criteria and Clinical Considerations of Myofascial Trigger Points: A Delphi Study. *Pain Med*. 2017;1–9.
280. Shah JP, Thaker N, Heimur J, Aredo J V., Sikdar S, Gerber L. Myofascial trigger points then and now: A historical and scientific perspective. *PM R*. 2015;7(7):746–61.

281. Bron C, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp R. High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12(139):1–12.
282. Hong C. Treatment of myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache*. 2006;10:345–9.
283. Kuan TS. Current studies on myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep*. 2009;13(5):365–9.
284. Shah JP. An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 2005;99(5):1977–84.
285. Ballyns J, Shah J, Hammond J, Gebreab T, Gerber L, Sikdar S. Objective Sonographic Measures for Characterizing Myofascial Trigger Points Associated With Cervical Pain. *J Ultrasound Med*. 2011;30:1331–40.
286. Tough EA, White AR, Richards S, Campbell J. Variability of Criteria Used to Diagnose Myofascial Trigger Point Pain Syndrome-Evidence From a Review of the Literature. *Clin J Pain*. 2007;23(3):278–86.
287. Chiarotto A, Clijsen R, Fernández-De-Las-Peñas C, Barbero M. Prevalence of Myofascial Trigger Points in Spinal Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016;97(2):316–37.
288. Rivers W, Garrigues D, Graciosa J, Harden R. Signs and Symptoms of Myofascial Pain: An International Survey of Pain Management Providers and Proposed Preliminary Set of Diagnostic Criteria. *Pain Med*. 2015;16(9):1794–805.
289. Perreault T, Dunning J, Butts R. The local twitch response during trigger point dry needling: Is it necessary for successful outcomes? *J Bodyw Mov Ther*. 2017;21(4):940–7.
290. Simons D, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1999.
291. Gerwin R, Dommerholt J, Shah JP. An Expansion of Simons' Integrated Hypothesis of Trigger Point Formation. *Curr Pain Headache Rep*. 2004;8:468–75.
292. Ge HY, Fernández-de-las-Peñas C, Yue SW. Myofascial trigger points: Spontaneous electrical activity and its consequences for pain induction and propagation. *Chin Med*. 2011;6:1–7.
293. Fu Z, Hsieh YL, Hong CZ, Kao MJ, Lin JG, Chou LW. Remote subcutaneous needling to suppress the irritability of myofascial trigger spots: An experimental study in rabbits. *Evidence-based Complement Altern Med*. 2012;2012:1–8.
294. Mense S. How do muscle lesions such as latent and active trigger points influence central nociceptive neurons? *J Musculoskelet Pain*. 2010;18(4):348–53.
295. Gerwin R. Myofascial pain syndrome: Here we are, where must we go. *J Musculoskelet Pain*. 2010;18(4):329–47.
296. Niddam DM, Chan RC, Lee SH, Yeh TC, Hsieh JC. Central representation of hyperalgesia from myofascial trigger point. *Neuroimage*. 2008;39(3):1299–306.

297. Shah JP, Danoff J V., Desai MJ, Parikh S, Nakamura LY, Phillips TM, et al. Biochemicals Associated With Pain and Inflammation are Elevated in Sites Near to and Remote From Active Myofascial Trigger Points. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(1):16–23.
298. Shah JP, Gilliams EA. Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: An application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12(4):371–84.
299. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(1):95–107.
300. Simons DG. Diagnostic Criteria of Myofascial Pain Caused by Trigger Points. *J Musculoske Pain.* 1999;7(1/2):111–20.
301. Chaurasia C, Chen C, Ashby Jr C. In vivo on-line HPLC-microdialysis: simultaneous detection of monoamines and their metabolites in awake freely-moving rats. *J Pharm Biomed Anal.* 1999;19:413–22.
302. Phillips TM. Analysis of single-cell cultures by immunoaffinity capillary electrophoresis with laser-induced fluorescence detection. *Luminescence.* 2001;16(2):145–52.
303. Phillips TM, Smith P. Analysis of intracellular regulatory proteins by immunoaffinity capillary electrophoresis coupled with laser-induced fluorescence detection. *Biomed Chromatogr.* 2003;17(2–3):182–7.
304. Phillips T, Wellner E. Measurement of naproxen in human plasma by chip-based immunoaffinity capillary electrophoresis. *Biomed Chromatogr.* 2006;20:662–7.
305. Fischer A. Treatment of myofascial pain. *J Musculoske Pain.* 1999;7(1–2):131–42.
306. Chen Q, Bensamoun S, Basford JR, Thompson JM, An KN. Identification and Quantification of Myofascial Taut Bands With Magnetic Resonance Elastography. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(12):1658–61.
307. Muthupillai R, Lomas DJ, Rossman PJ, Greenleaf JF, Manduca A, Ehman RL. Magnetic Resonance Elastography by Direct Visualization of Propagating Acoustic Strain Waves. *Science.* 1995;269:1854–7.
308. Sack I, Bernarding J, Braun J. Analysis of wave patterns in MR elastography of skeletal muscle using coupled harmonic oscillator simulations. *Magn Reson Imaging.* 2002;20:95–104.
309. Sikdar S, Ortiz R, Gebreab T, Gerber L, Shah J. Understanding the Vascular Environment of Myofascial Trigger Points using Ultrasonic Imaging and Computational Modeling. In: *Conf Proc IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.* 2010. p. 5302–5.
310. Vulfsons S, Ratmansky M, Kalichman L. Trigger point needling: Techniques and outcome. *Curr Pain Headache Rep.* 2012;16(5):407–12.
311. Cagnie B, Dewitte V, Barbe T, Timmermans F, Delrue N, Meeus M. Physiologic Effects of Dry Needling. *Curr Pain Headache Rep.* 2013;17(8):348.
312. Dommerholt J. Dry needling — peripheral and central considerations. *J Man Manip Ther.* 2011;19(4):223–7.

313. Affaitati G, Costantini R, Fabrizio A, Lapenna D, Tafuri E, Giamberardino MA. Effects of treatment of peripheral pain generators in fibromyalgia patients. *Eur J Pain*. 2011;15(1):61–9.
314. Hsieh YL, Kao MJ, Kuan TS, Chen SM, Chen JT, Hong CZ. Dry needling to a key myofascial trigger point may reduce the irritability of satellite MTrPs. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86(5):397–403.
315. Mejuto-Vázquez MJ, Salom-Moreno J, Ortega-Santiago R, Truyols-Domínguez S, Fernández-de-las-Peñas C. Short-Term Changes in Neck Pain, Widespread Pressure Pain Sensitivity, and Cervical Range of Motion After the Application of Trigger Point Dry Needling in Patients With Acute Mechanical Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2014;44(4):252–60.
316. Lucas KR, Rich PA, Polus BI. Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: The effects of Latent Myofascial Trigger Points. *Clin Biomech*. 2010;25(8):765–70.
317. Bron C, Franssen J, Wensing M, Oostendorp R. Interrater Reliability of Palpation of Myofascial Trigger Points in Three Shoulder Muscles. *J Man & Manipulative Ther*. 2007;15(4):203–15.
318. McEvoy J, Huijbregts P. Reliability of myofascial trigger point palpation: a systematic review. In: Dommerholt J, Huijbregts P, editors. *Myofascial trigger points: pathophysiology and evidence-informed diagnosis and management*. Boston, MA: Jones & Bartlett; 2011. p. 65–88.
319. Myburgh C, Lauridsen HH, Larsen AH, Hartvigsen J. Standardized manual palpation of myofascial trigger points in relation to neck/shoulder pain; the influence of clinical experience on inter-examiner reproducibility. *Man Ther*. 2011;16(2):136–40.
320. Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, López-López D, Romero-Morales C, Sosa-Marín C, Sanz-Corbalán I. Interrater Reliability in the Clinical Evaluation of Myofascial Trigger Points in Three Ankle Muscles. *J Manipulative Physiol Ther*. 2016;39(9):623–34.
321. Chou LW, Kao MJ, Lin JG. Probable mechanisms of needling therapies for myofascial pain control. *Evidence-based Complement Altern Med*. 2012;2012:1–11.
322. Abbaszadeh-Amirdehi M, Ansari NN, Naghdi S, Olyaei G, Nourbakhsh MR. Neurophysiological and clinical effects of dry needling in patients with upper trapezius myofascial trigger points. *J Bodyw Mov Ther*. 2017;21(1):48–52.
323. Patel NB. Physiology of pain. In *Guide to pain management in low-resource settings*. IASP. 2010. 13-17 p.
324. Ossipov MH. The Perception and Endogenous Modulation of Pain. *Scientifica (Cairo)*. 2012;1–25.
325. Millan M. Descending control of pain. *Prog Neurobiol*. 2002;66:355–474.
326. Li J, Simone DA, Larson AA. Windup leads to characteristics of central sensitization. *Pain*. 1999;79(1):75–82.

327. Coderre TJ, Katz J, Vaccarino AL, Melzack R. Contribution of central neuroplasticity to pathological pain: review of clinical and experimental evidence. *Pain*. 1993;52(3):259–85.
328. Staud R, Craggs JG, Robinson ME, Perlstein WM, Price D. Brain Activity Related to Temporal Summation of C-fiber Evoked Pain. *Pain*. 2008;129(352):130–42.
329. Nijs J, Van Houdenhove B, Oostendorp RAB. Recognition of central sensitization in patients with musculoskeletal pain: Application of pain neurophysiology in manual therapy practice. *Man Ther*. 2010;15(2):135–41.
330. Yarnitsky D. Conditioned pain modulation (the diffuse noxious inhibitory control-like effect): its relevance for acute and chronic pain states. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23(5):611–5.
331. Meeus M, Nijs J, Van de Wauwer N, Toeback L, Truijen S. Diffuse noxious inhibitory control is delayed in chronic fatigue syndrome: An experimental study. *Pain*. 2008;139(2):439–48.
332. Ossipov MH, Dussor GO, Porreca F. Review series Central modulation of pain. *J Clin Invest*. 2010;120(11):3779–87.
333. Zusman M. Forebrain-mediated sensitization of central pain pathways: “Non-specific” pain and a new image for MT. *Man Ther*. 2002;7(2):80–8.
334. Brosschot JF. Cognitive-emotional sensitization and somatic health complaints. *Scand J Psychol*. 2002;43(2):113–21.
335. Rygh LJ, Tjølsen A, Hole K, Svendsen F. Cellular memory in spinal nociceptive circuitry. *Scand J Psychol*. 2002;43(2):153–9.
336. Leung L. Neurophysiological Basis of Acupuncture-induced Analgesia-An Updated Review. *J Acupunct Meridian Stud*. 2012;5(6):261–70.
337. Zhao ZQ. Neural mechanism underlying acupuncture analgesia. *Prog Neurobiol*. 2008;85(4):355–75.
338. Ceccherelli F, Rigoni MT, Gagliardi G, Ruzzante L. Comparison of superficial and deep acupuncture in the treatment of lumbar myofascial pain: A double-blind randomized controlled study. *Clin J Pain*. 2002;18(3):149–53.
339. Itoh K, Minakawa Y, Kitakoji H. Effect of acupuncture depth on muscle pain. *Chin Med*. 2011;6:1–5.
340. Giamberardino MA, Affaitati G, Fabrizio A, Costantini R. Effects of treatment of myofascial trigger points on the pain of fibromyalgia. *Curr Pain Headache Rep*. 2011;15(5):393–9.
341. Chen JT, Chung KC, Hou CR, Kuan TS, Chen SM, Hong CZ. Inhibitory effect of dry needling on the spontaneous electrical activity recorded from myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscle. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(10):729–35.
342. Hsieh YL, Chou LW, Joe YS, Hong CZ. Spinal cord mechanism involving the remote effects of dry needling on the irritability of myofascial trigger spots in rabbit skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(7):1098–105.

343. Baldry P. Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain. 3rd ed. Churchill Livingstone; 2005.
344. Cagnie B, Barbe T, De Ridder E, Van Oosterwijck J, Cools A, Danneels L. The influence of dry needling of the trapezius muscle on muscle blood flow and oxygenation. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012;35(9):685–91.
345. Sato A, Sato Y, Shimura M, Uchida S. Calcitonin gene-related peptide produces skeletal muscle vasodilation following antidromic stimulation of unmyelinated afferents in the dorsal root in rats. *Neurosci Lett.* 2000;283(2):137–40.
346. Sandberg M, Larsson B, Lindberg LG, Gerdle B. Different patterns of blood flow response in the trapezius muscle following needle stimulation (acupuncture) between healthy subjects and patients with fibromyalgia and work-related trapezius myalgia. *Eur J Pain.* 2005;9(5):497–510.
347. Ohkubo M, Niwayama M, Murase N, Osada T, Kime R, Kurosawa Y, et al. Local increase in trapezius muscle oxygenation during and after acupuncture. *Dyn Med.* 2009;8(1):1–8.
348. Hsieh YL, Yang SA, Yang CC, Chou LW. Dry needling at myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles modulates the biochemicals associated with pain, inflammation, and hypoxia. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2012;2012:1–12.
349. Chiang J, Shen YC, Wang YH, Hou YC, Chen CC, Liao JF, et al. Honokiol protects rats against eccentric exercise-induced skeletal muscle damage by inhibiting NF- κ B induced oxidative stress and inflammation. *Eur J Pharmacol.* 2009;610(1–3):119–27.
350. Melzack R. Myofascial trigger points: relation to acupuncture and mechanisms of pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 1981;62(3):114–7.
351. Chu J, Schwartz I. The muscle twitch in myofascial pain relief: effects of acupuncture and other needling methods. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2002;42(5):307–11.
352. Srbely JZ, Dickey JP, Lee D, Lowerison M. Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects. *J Rehabil Med.* 2010;42(5):463–8.
353. Niddam DM, Chan RC, Lee SH, Yeh TC, Hsieh JC. Central modulation of pain evoked from myofascial trigger point. *Clin J Pain.* 2007;23(5):440–8.
354. Tobbackx Y, Meeus M, Wauters L, De Vilder P, Roose J, Verhaeghe T, et al. Does acupuncture activate endogenous analgesia in chronic whiplash-associated disorders? A randomized crossover trial. *Eur J Pain (United Kingdom).* 2013;17(2):279–89.
355. Schliessbach J, Van Der Klift E, Siegenthaler A, Arendt-Nielsen L, Curatolo M, Streitberger K. Does acupuncture needling induce analgesic effects comparable to diffuse noxious inhibitory controls? *Evidence-based Complement Altern Med.* 2012;2012:1–5.
356. Tsai CT, Hsieh LF, Kuan TS, Kao MJ, Chou LW, Hong CZ. Remote effects of dry needling on the irritability of the myofascial trigger point in the upper trapezius muscle. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010;89(2):133–40.
357. Lyby PS, Aslaksen PM, Flaten MA. Variability in placebo analgesia and the role of fear of pain - An ERP study. *Pain.* 2011;152(10):2405–12.

358. Kong J, Kaptachuk T, Polich G, Kirsch I, Vangel M, Zyloney C, et al. An fMRI study on the interaction and dissociation between expectation of pain relief and acupuncture treatment. *Neuroimage*. 2009;47(3):1–29.
359. Mayoral del Moral O. Dry needling treatments for myofascial trigger points. *J Musculoskelet Pain*. 2010;18:411–6.
360. Tekin L, Akarsu S, Durmuş O, Çakar E, Dinçer Ü, Kiralp MZ. The effect of dry needling in the treatment of myofascial pain syndrome: A randomized double-blinded placebo-controlled trial. *Clin Rheumatol*. 2013;32(3):309–15.
361. He C, Ma H. Effectiveness of trigger point dry needling for plantar heel pain: A meta-analysis of seven randomized controlled trials. *J Pain Res*. 2017;10:1933–42.
362. Beggs I, Bianchi S, Bueno A et al. Musculoskeletal Ultrasound Technical Guidelines: VI. In: Ankle. First. European Society of Musculoskeletal Radiology; 2010.
363. Moraes do Carmo C, Fonseca de Almeida Melao L, Valle de Lemos Weber M, Trudell D, Resnick D. Anatomical features of plantar aponeurosis: cadaveric study using ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol*. 2008;37:929–35.
364. Tough EA, White AR, Richards SH, Lord B, Campbell JL. Developing and validating a sham acupuncture needle. *Acupunct Med*. 2009;27(3):118–22.
365. Lenssen AF, Dam EM Van, Crijns YHF, Verhey M, Geesink RJT, Brandt PA Van Den, et al. Reproducibility of goniometric measurement of the knee in the in-hospital phase following total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007;8(83):1–7.
366. Hislop H, Montgomery J. Daniels & Worthingham. Técnicas de balance articular. 7ª ed. Madrid: Elsevier; 1990.
367. Yoon SH, Rah UW, Sheen SS, Cho KH. Comparison of 3 Needle Sizes for Trigger Point Injection in Myofascial Pain Syndrome of Upper- and Middle-Trapezius Muscle : A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(8):1332–9.
368. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. Fisioterapia Invasiva. Barcelona: Elsevier; 2013.
369. Carlesso L, Macdermid J, Santaguida L. Standardization of adverse event terminology and reporting in orthopaedic physical therapy: application to the cervical spine. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2010;40:455–63.
370. Chana-Valero P. Eficacia de los impulsos eléctricos de bajo voltaje en la fasciosis plantar. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología; 2013.
371. Bialosky J, Bishop M, Price D, Robinson M, George S. The Mechanisms of Manual Therapy in the Treatment of Musculoskeletal Pain: A Comprehensive Model. *Man Ther*. 2009;14(5):531–8.
372. De Meulemeester KE, Castelein B, Coppieters I, Barbe T, Cools A, Cagnie B. Comparing Trigger Point Dry Needling and Manual Pressure Technique for the Management of Myofascial Neck/Shoulder Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2017;40(1):11–20.

373. Sirera-Vercher M, Sáez-Zamora P, Sanz-Amaro M. Traducción y adaptación transcultural al castellano y al valenciano del Foot Health Status Questionnaire. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2010;54(4):211–9.
374. Lucas N, Macaskill P, Irwig L, Moran R, Bogduk N. Reliability of physical examination for diagnosis of myofascial trigger points: a systematic review of the literature. *Clin J Pain*. 2009;25(1):80–9.

12. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de información y de Consentimiento Informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título del protocolo: Eficacia de la punción seca en la fasciosis plantar.

Investigador: D. Miguel Suárez Varela.

Sede donde se realizará el estudio: Clínica Universitaria de Podología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

Nombre del paciente: _____

DNI: _____

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este impreso de consentimiento, del cual se le entregará una copia firmada y fechada.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La fasciosis plantar, o como comúnmente se conoce, la fascitis plantar constituye un importante problema de salud con cada vez más consecuencias sociales y económicas. Se define como dolor en la planta del pie, sobretodo en el talón a los primeros pasos de la mañana y al caminar tras largos periodos de reposo. Las molestias son debidas a la alteración de la fascia plantar, estructura que está situada

en la planta del pie que va desde el talón a los dedos. Los pacientes con fasciosis plantar son el 15% de todas las consultas del pie que acuden al médico. El intenso dolor localizado en el talón y las molestias que produce alteran con gravedad el día a día del paciente que lo sufre. A día de hoy aún se sigue estudiando cuales son las causas que la provocan lo que dificulta el desarrollo de un tratamiento que nos ayude a resolverla. Esta situación nos obliga a realizar este estudio con el fin de desarrollar nuevas vías de tratamiento para mejorar el abordaje, la comprensión y el propio tratamiento de la fasciosis plantar.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivo comprobar la eficacia de la punción seca junto con un tratamiento de fisioterapia compuesto de terapia manual y ejercicios domiciliarios, dirigido a normalizar el tono muscular e inhibir puntos gatillos miofasciales en la musculatura de gemelos y sóleo localizada en la parte posterior de las piernas, en pacientes con diagnóstico de fasciosis plantar, frente a pacientes que reciben el mismo tratamiento de fisioterapia pero sin punción seca.

BENEFICIOS DEL ESTUDIO

En estudios realizados anteriormente por otros investigadores se ha observado que la aplicación de punción seca en lesiones localizadas en otras regiones del cuerpo, como el cuello o la espalda, ha sido efectiva para el tratamiento de puntos gatillos miofasciales y por lo tanto para la resolución del cuadro clínico, disminución del dolor y mejora de la calidad de vida del paciente.

Con este estudio se pretende tratar los puntos gatillos miofasciales de musculatura íntimamente implicada en la aparición de la fasciosis plantar así como en su mantenimiento en el tiempo, resolviendo las molestias producidas por la fasciosis, como son el dolor a los primeros pasos de la mañana, el dolor tras largos periodos

reposo, la limitación de la movilidad del pie, las alteraciones y las compensaciones que obliga a realizar durante la marcha y las consecuencias negativas que pueda tener sobre las actividades de la vida diaria y del trabajo.

Este estudio permitirá que en un futuro otros pacientes puedan beneficiarse del conocimiento obtenido y optimizar el tratamiento de pacientes que sufran de fasciosis plantar, disminuyendo el tiempo de recuperación, costes y esfuerzo.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre usted, sus hábitos y sus antecedentes médicos. Se procederá a incluirle en uno de los grupos de estudio y según el grupo al que pertenezca recibirá la aplicación de punción seca más el tratamiento de fisioterapia convencional, o solamente el tratamiento convencional de fisioterapia. El tratamiento de fisioterapia de la fasciosis plantar consiste en una tabla de estiramientos de la pierna y el pie, trabajo de terapia manual sobre la pierna y el pie y movilizaciones de las articulaciones del tobillo y pie. La punción seca consiste en el empleo del estímulo mecánico provocado por una aguja, como la de acupuntura, como agente físico para el tratamiento de los puntos gatillo miofasciales. Se utiliza el adjetivo “seca” para resaltar el hecho de que no se introduce ningún agente químico en su organismo.

FASES DEL ESTUDIO:

- ✓ Visita inicial (día 1):

El primer día el paciente se someterá a una medición clínica completa: peso, altura, IMC, medición flexión dorsal con rodilla en flexión y en extensión por goniometría, ecografía fascia plantar bilateral, valoración de la calidad de vida a través del cuestionario SF-36 y la medida del dolor a través de la EVA y por algómetro en el origen de la fascia plantar en el talón. Tras el registro de la fecha y las variables anteriormente citadas, se asignará al paciente al grupo que integrará a lo largo de la

investigación y en función de esta se procederá en la misma sesión al tratamiento de la FP que corresponda durante 45 minutos.

- ✓ Segunda visita (día 2) y tercera visita (día 3):

Aplicación del tratamiento en función del grupo que integre cada paciente.

- ✓ Cuarta visita (día 4 o mes 1):

Aplicación del tratamiento en función del grupo que integre cada paciente.
Reevaluación: nueva medición de las variables recogidas al inicio del estudio.
Mantenimiento de la intervención, únicamente con los ejercicios domiciliarios.

- ✓ Quinta visita (mes 3):

Finaliza la intervención: medición de las variables recogidas al inicio del estudio. Una vez finalice el estudio, a todos los pacientes que lo requieran se les ofrecerán las mismas opciones de tratamiento.

RIESGOS DEL ESTUDIO:

En estudios anteriores no se ha descrito ningún caso de efecto adverso o secundario. También puede haber riesgos impredecibles que escapan a nuestro conocimiento. En el caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario o requiera otro tipo de atención, ésta se le brindará en los términos que siempre se le ha ofrecido.

ACLARACIONES:

Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.

No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.

Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, informando las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.

No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio, a mayores del coste de una sesión de fisioterapia en la Clínica Universitaria de Podología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.

No recibirá pago por su participación.

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador con arreglo a la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD 15/1999, de 13 de diciembre).

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa a este documento.

La utilización de los datos que estos estudios aporten tiene como fin exclusivo la investigación de la eficacia terapéutica de la punción seca en pacientes diagnosticados de fasciosis plantar. Los resultados se comunicarán en los medios habituales de difusión científica, incluyendo presentaciones orales o en formato póster en congresos, jornadas u otras reuniones de interés científico; publicaciones técnicas y otros medios de divulgación profesional, salvaguardando siempre la intimidad del paciente y sus procesos patológicos conocidos.

Los datos de los pacientes recogidos en el presente estudio serán manejados por el investigador D. Miguel Suárez Varela. Estos datos están sometidos a la legislación reguladora por Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) 15/1999, de 13 de diciembre y a ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Los datos serán incluidos en un Fichero de Investigación cuyo responsable será el centro y que el paciente podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición dirigiéndose al centro o al investigador.

MEMORIA ECONÓMICA:

Agujas de acupuntura (50€), guantes estériles (30€), apósitos (40€), cloreto (10€) y alcohol 96° (6€).

Todas estas cifras son estimadas y los gastos que estos materiales generen, correrán a cargo del investigador.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante

Fecha

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

CARTA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Título del protocolo: Eficacia de la punción seca en la fasciosis plantar.

Investigador principal: D. Miguel Suárez Varela

Sede donde se realizará el estudio: Clínica Universitaria de Podología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

Nombre del participante: _____

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este protocolo de investigación por las siguientes razones:

Firma del participante

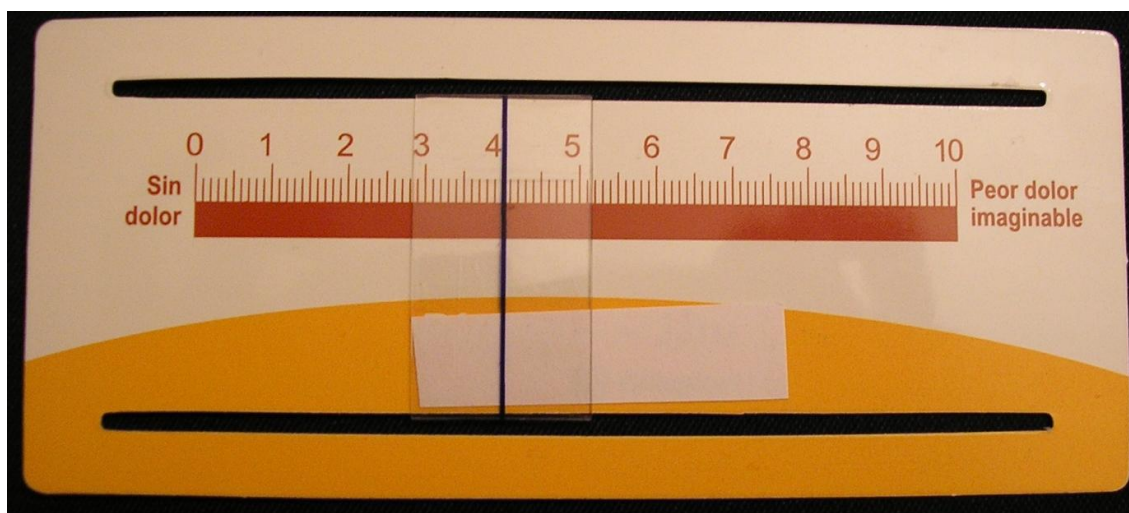
Fecha

Anexo 2. Escala de valoración del dolor.

Anverso



Reverso



Anexo 3. Formulario de recogida de datos.

NOMBRE:			EDAD:				SEXO:				Nº HISTORIA	
	EVA		ALGÓMETRO		ECOGRAFÍA		GONIOMETRÍA (FLEXIÓN DORSAL)					
	AFFECTO	SANO	AFFECTO	SANO	AFFECTO	SANO	AFFECTO	SANO	GEMELO	SÓLEO	Gemelo	SÓLEO
DÍA 1												
MES 1												
MES 3												
	ALTURA	PESO		IMC								
DÍA 1												
MES 1												
MES 3												
TIEMPO EVOLUCIÓN:		PIE AFFECTO:				GRUPO:						
COMENTARIOS:												

Anexo 4. Codificación de equivalencias alfanuméricas.

0	H
1	K
2	J
3	W
4	F
5	M
6	L
7	N
8	P
9	Q

Anexo 5. Tabla de números aleatorios.

124	158	192	174	173
197	199	112	167	124
121	152	102	182	164
146	170	103	144	136
103	134	182	130	103
192	109	162	126	142
147	158	104	158	180
142	160	168	151	196
107	194	168	171	198
134	115	161	177	107
104	126	121	200	176
199	162	117	168	140

Anexo 6. Aprobación del Comité ético de investigación Clínica.



Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - C.I. 14/131

24 de abril de 2014

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Secretaría del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 23/04/2014, acta 4.2/14 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

Título: "Eficacia de la punción seca en la fasciosis plantar"

Que se han resuelto las aclaraciones solicitadas.

Que en este estudio:

- o Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- o Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- o La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- o El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- o Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto por **D. Miguel Suarez Varela** como investigador principal en la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid.

Lo que firmo en Madrid, a 24 de abril de 2014

Dra. Mar García Arenillas
Secretaría del CEIC Hospital Clínico San Carlos

Anexo 7. Registro en Clinicaltrials.gov.

ClinicalTrials.gov Protocol Registration and Results System (PRS) Receipt
Release Date: 06/09/2015

ClinicalTrials.gov ID: NCT02467465

Study Identification

Unique Protocol ID: Univ. Complutense de Madrid
Brief Title: Efficacy of Dry Needling in Plantar Fasciitis
Official Title: Efficacy of Dry Needling in Plantar Fasciitis
Secondary IDs:

Study Status

Record Verification: June 2015
Overall Status: Recruiting
Study Start: May 2014
Primary Completion: October 2015 [Anticipated]
Study Completion: October 2017 [Anticipated]

Sponsor/Collaborators

Sponsor: Universidad Complutense de Madrid
Responsible Party: Principal Investigator
Investigator: Miguel Suárez Varela [msuarez]
Official Title: Physiotherapy degree
Affiliation: Universidad Complutense de Madrid
Collaborators:

Oversight

FDA Regulated?: No
IND/IDE Protocol?: No
Review Board: Approval Status: Approved
Approval Number: 14/131
Board Name: Comité Ético de Investigación Clínica
Board Affiliation: Comité Ético de Investigación Clínica
Phone: 91 330 34 13
Email: ceic.hcsc@salud.madrid.org
Data Monitoring?: Yes
Plan to Share Data?:
Oversight Authorities: Spain: Comité Ético de Investigación Clínica

Study Description

Brief Summary: The plantar fasciitis (PF) is the most common cause of pain on the underside of the heel. About 10% to 20% of the population suffer once during their lifetime. PF concept began to describe at the end of XX century through the discovery of new clinical and histopathological signs of the plantar fascia. The difficulty of diagnosis, understanding and treatment of PF require us to develop new treatment avenues to improve the approach and the understanding of it. Dry needling (DN) as a treatment of myofascial pain syndrome (MPS) and myofascial trigger points (MTP) of muscle associated with the pathology, it may be a good treatment strategy, as demonstrated in the treatment of MPS in other body regions such as the neck, shoulder or the lumbar spine.

Detailed Description:

Hypothesis:
Add dry needling to a physiotherapy intervention, increases the efficacy of treatment for plantar fasciosis.

Objectives:

General:

Test the efficacy of DN in addition to physiotherapy treatment includes: manual therapy and home exercises; directed to normalize muscle tone and inhibit MTP of the gastrocnemius and soleus muscles, in a group of patients who have been diagnosed with PF.

The variables to measure the efficacy are:

Pain assessment in the affected heel, by visual analog scale (VAS). Ultrasonographic assessment of the thickness of the plantar fascia affected, in longitudinal view, compared with the contralateral.

Goniometric assessment of joint range of ankle dorsiflexion, compared with the contralateral.

Specific:

Analyze the efficacy of the combination of DN treatment with manual therapy and home exercise, in patients who have been diagnosed with PF through monitoring and comparison between groups.

Methodology:

Type of study: clinical trial.

Sample:

It has been used sample size calculator GRANMO version 7.12, and accepting an alpha risk of 0.05 and a beta risk of 0.2, 15 subjects were required in the first group and 15 in the second to detect a difference equal to or greater than 0.6 units. It is assumed that the common standard deviation is 0.57. It has been estimated loss rate of 0%.

population: patients with a confirmed diagnosis of PF, who agree to participate in the study after signing the informed consent and carry out the selection criteria.

Sample:

It has been used sample size calculator GRANMO version 7.12, and accepting an alpha risk of 0.05 and a beta risk of 0.2, 15 subjects were required in the first group and 15 in the second to detect a difference equal to or greater than 0.6 units. It is assumed that the common standard deviation is 0.57. It has been estimated loss rate of 0%.

Selection criteria:

Ultrasonographic study in which a proximal thickened affected plantar fascia is observed greater than or equal to 4 mm.

Pain fell to the first steps in the morning. Pain with palpation at the insertion of the medial calcaneal tubercle, above 5, in a 10-point VAS.

Pathology time evolution of greater than or equal to 4 weeks. Age of patients over 18 years. Acceptance by the patient to participate in the study, having signed the informed consent.

Absence of neoplastic disease. Absence of neurological, sensory, orthopedic and / or surgical alterations. The patient is already doing treatment of physical medicine and rehabilitation. Be subjected to antiplatelet drug therapy. Fear of needles (needle phobia). Difficulty for the patient to understand the instructions to be followed during the study.

Methods of collecting information:

Personal data for each patient and relevant to the study, collected in a protocolized questionnaire, as well as an Excel sheet. All this in a personal history, encoded according to a table of alphanumeric equivalents, allowing subsequent statistical analysis with SPSS19.0 program.

Statistical method:

Initially, a descriptive statistical analysis will be conducted: qualitative variables were summarized by frequency distribution and quantitative by its average and standard deviation. Also it summarizes the information graphically using box plots, bar charts and pie charts.

Furthermore an inferential analysis using parametric or non-parametric techniques, particularly for the main objective analysis of variance was used in two groups (assuming a normal distribution for the variable response) U test or Mann-Whitney will be made in the case lack of normal. To study the response variables in each test group the Student t test or unimuestral averages Wilcoxon signed ranks for related samples was used.

For the analysis of qualitative variables the test of Chi-square test and the association between quantitative variables will be analyzed using the Pearson correlation coefficients and Spearman.

To test these significant differences in values of $p < 0.05$ was assumed. Statistical analysis was performed using the statistical software SPSS v19.0

Conditions

Conditions: Fasciitis, Plantar

Keywords: Fasciosis plantar
physiotherapy
fascitis plantar
dry needling

Study Design

Study Type: Interventional

Primary Purpose: Treatment

Study Phase: N/A

Intervention Model: Parallel Assignment

Number of Arms: 2

Masking: Open Label

Allocation: Randomized
 Endpoint Classification: Efficacy Study
 Enrollment: 30 [Anticipated]

Arms and Interventions

Arms	Assigned Interventions
Experimental: Physical therapy modalities Manual therapy techniques aimed to relaxed gastrocnemius and soleus muscles tone, mobilizations, stretching and home exercises.	Physical therapy Massage, mobilization of ankle dorsiflexion and improve flexibility with stretching of calf muscles.
Experimental: Invasive Physical therapy modalities Manual therapy techniques aimed to relaxed gastrocnemius and soleus muscles tone, mobilizations, stretching and home exercises. Previously, DN will be applied in gastrocnemius and soleus muscles.	Physical therapy Massage, mobilization of ankle dorsiflexion and improve flexibility with stretching of calf muscles. Device: Dry needling

Outcome Measures

Primary Outcome Measure:

1. Ultrasonographic evaluation of the thickness of the affected plantar fascia, in longitudinal view.
[Time Frame: 6 months.] [Safety Issue: Yes]

Secondary Outcome Measure:

2. Pain assessment in the affected heel, by visual analog scale.
[Time Frame: 6 months.] [Safety Issue: Yes]
3. Goniometric assessment of joint range of motion ankle dorsiflexion.
[Time Frame: 6 months.] [Safety Issue: Yes]

Eligibility

Minimum Age: 18 Years

Maximum Age: 80 Years

Gender: Both

Accepts Healthy Volunteers?: No

Criteria: Inclusion Criteria:

- Ultrasonographic study in which a proximal thickened affected plantar fascia is observed -greater than or equal to 4 mm.
- Pain fell to the first steps in the morning.
- Pain with palpation at the insertion of the medial calcaneal tubercle, above 5, in a 10-point VAS.
- Pathology time evolution of greater than or equal to 4 weeks.
- Age of patients over 18 years.
- Acceptance by the patient to participate in the study, having signed the informed consent.

Exclusion Criteria:

- Presence of neoplastic disease.
- Presence of neurological, sensory, orthopedic and / or surgical alterations.
- The patient is already doing treatment of physical medicine and rehabilitation.

- Be subjected to antiplatelet drug therapy.
- Fear of needles (needle phobia).
- Difficulty for the patient to understand the instructions to be followed during the study.

Contacts/Locations

Central Contact: Suárez Miguel, Physician
Telephone: 0034 616155502
Email: misuarezvarela@gmail.com

Central Contact Backup:

Study Officials: Suárez Miguel, Physician
Study Principal Investigator
Principal Investigator

Locations: Spain
Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid
[Recruiting]
Madrid, Madrid, Spain, 28040
Contact: Miguel Suárez Varela, Physician 0034616155502
misuarezvarela@gmail.com

References

Citations:

Links:

Study Data/Documents:

U.S. National Library of Medicine | U.S. National Institutes of Health | U.S. Department of Health & Human Services

